



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL
TEATRO UNIVERSITARIO CORRESPONDIENTE A LA UNIVERSIDAD
ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA DE ACUERDO A LAS
NORMAS NEC 2014 Y NFPA”

ESTUDIO DE CASO:

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

BANCHÓN PALMA RÓMULO MANUELY
BORBOR QUIRUMBAY CARLOS GEOVANNY

TUTOR:

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD IVÁN, MSc.

La Libertad - Ecuador

2019

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Banchón Palma Rómulo Manuely** y **Borbor Quirumbay Carlos Geovanny** como requerimiento para la obtención del título de Ingenieros Civiles.

TUTOR

f. Richard Iván Ramírez

Ing. Ramírez Palma Richard Iván, MSc.

DIRECTORA DE LA CARRERA.

f. Gilda Rubira Gómez

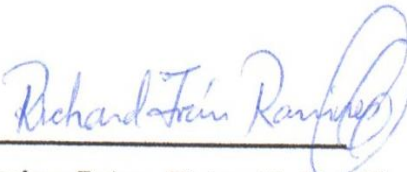
Arq. Rubira Gómez Gilda, MSc.

La Libertad, a los 2 días del mes de Agosto del año 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad "ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL TEATRO UNIVERSITARIO CORRESPONDIENTE A LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA DE ACUERDO A LAS NORMAS NEC 2014 Y NFPA", elaborado por los Sres. BANCHÓN PALMA RÓMULO MANUELY Y BORBOR QUIRUMBAY CARLOS GEOVANNY, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 

Ing. Ramírez Palma Richard Iván, MSc.

La Libertad, a los 2 días del mes de Agosto del año 2019.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Banchón Palma Rómulo Manuely y Borbor Quirumbay Carlos Geovanny.**

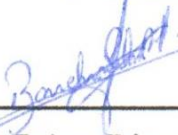
DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Estudio y diseño del sistema contra incendios del teatro universitario correspondiente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena de acuerdo a las normas NEC 2014 y NFPA**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

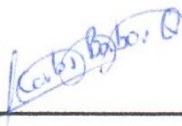
En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 2 días del mes de Agosto del año 2019.

AUTORES

f. 

Banchón Palma Rómulo Manuely

f. 

Borbor Quirumbay Carlos Geovanny

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Banchón Palma Rómulo Manuely y Borbor Quirumbay
Carlos Geovanny.**

Autorizamos a la Universidad Estatal Península de Santa Elena a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **“Estudio y diseño del sistema contra incendios del teatro universitario correspondiente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena de acuerdo a las normas NEC 2014 y NFPA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

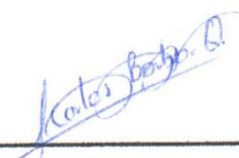
La Libertad, a los 2 días del mes de Agosto del año 2019

AUTORES:

f.


Banchón Palma Rómulo Manuely.

f.


Borbor Quirumbay Carlos Geovanny.

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Creación: Ley No. 110 R.O. No. 366 (Suplemento) 1998-07-22

La Libertad, 07 de Mayo del 2019

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

001-RIRP-2019

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado **“ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMA CONTRA INCENDIO DEL TEATRO UNIVERSITARIO CORRESPONDIENTE A LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA DE ACUERDO A LAS NOMAS NEC 2014 Y NFPA.”**, elaborado por los estudiantes **RÓMULO MANUELY BANCHÓN PALMA Y CARLOS GEOVANNY BORBOR QUIRUMBAY**, egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**, de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 0% de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading 'Richard Iván Ramirez Palma', is written over a horizontal line.

ING. RAMIREZ PALMA RICHARD IVÁN MSc.

C.I.:0912246451

DOCENTE TUTOR

Dirección: Vía La Libertad – Santa Elena. Teléfono: 2781738 – 2780019 telefax: 2780019
Cantón La Libertad – Ecuador Casilla postal No. 7047.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Creación: Ley No. 110 R.O. No. 366 (Suplemento) 1998-07-22

Reporte Urkund.

← → ↻ <https://secure.orkund.com/view/50402681-756684-882457#q1bKLvayio7VUSrOTM/>

URKUND

Documento: [Estudio de Diseño de Sistema Contra Incendio Teatro UPSE.docx](#) (D51675942)
Presentado: 2019-05-07 12:06 (-05:00)
Presentado por: manuely11@hotmail.com
Recibido: rramirez_upse@analysis.orkund.com

09% de estas 29 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

📄 ↶ ↷ ↵ ↶ ↷

Fuentes de similitud

MiNTxLTIWYmqqFAA==

☆ 🗑️ ⋮

Lista de fuentes Bloques ★ PROBAR LA NUEVA BETA DE URKUND 👤 RAMIREZ PALMA RICHARD IVAN (rramirez1) ▼

| + | Categoría | Enlace/nombre de archivo | 🗑️ |
|---|----------------------|--------------------------|----|
| + | Fuentes alternativas | | |
| + | Fuentes no usadas | | |

⚠️ 0 Advertencias 🔄 Reiniciar 👤 Exportar 📄 Compartir 🗑️

Dirección: Vía La Libertad – Santa Elena. Teléfono: 2781738 – 2780019 telefax: 2780019
Cantón La Libertad – Ecuador Casilla postal No. 7047.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento al personal docente, autoridades y compañeros de la Facultad de Ingeniería Civil que me brindaron su amistad y tiempo durante mis años de estudio.

A mis padres y hermanos por haberme brindado sabios consejos, además del apoyo económico para poder finalizar con éxito mis estudios.

A nuestro tutor de tesis, Ing. Richard Iván Ramírez Palma, por la guía profesional y orientación brindada para llevar a cabo la realización de nuestro trabajo de titulación.

A Dios por guiarme por el camino del bien, además de la inmensa riqueza espiritual que sólo encontramos junto con él.

Finalmente, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, ya que fue mi centro de aprendizaje y me permitió formarme como Ingeniero Civil.

Carlos Geovanny Borbor Quirumbay

AGRADECIMIENTO

Infinitas Gracias a Dios por bendecir mi vida, por guiarme en lo largo de mi existencia, siendo el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de debilidad, brindándome sabiduría para culminar con éxito mi meta propuesta.

A nuestro tutor de tesis, Ing. Richard Iván Ramírez Palma, por la guía profesional y orientación brindada para llevar a cabo la realización de nuestro trabajo de titulación.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena junto a sus docentes que nos impartieron sus enseñanzas en toda la trayectoria universitaria.

A todas aquellas personas que estuvieron en todo mi proceso educativo apoyándome.

Rómulo Manuely Banchón Palma

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios Padre y su hijo Jesucristo, por estar conmigo en cada momento llenando de bendiciones mi vida.

A Mis Padres: **Manuela Quirumbay** y **Eduardo Borbor**, por darme sabios consejos, cariño, apoyo y motivación para culminar con éxito esta meta importante en mi vida.

A Mis Hermanos: **Ing. Eduardo Borbor** y **Ing. Gissella Borbor** por apoyarme siempre tanto en lo económico como en lo moral.

A Mis amigos del barrio y de la universidad por brindarme su apoyo y amistad en los años que duró la carrera de Ingeniería Civil.

Carlos Geovanny Borbor Quirumbay

DEDICATORIA

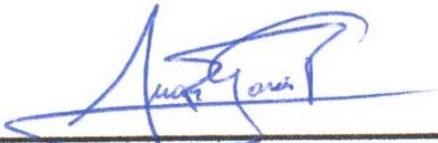
Esta tesis está dedicada a mi madre Bella Predilecta Palma Domínguez, quién me enseñó que las tareas grandes se las consigue paso a paso y con paciencia.

A mi hermana Querida, que, pese a su circunstancia suscitadas, se dio un espacio para escucharme y brindarme su apoyo en varios aspectos. Por aquello. Te amo hermana linda.

A mi hija María J. Suarez Pallasco, por su gran apoyo y por soportar mis momentos de depresión.

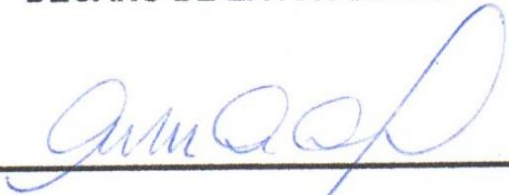
Rómulo Manuely Banchón Palma

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

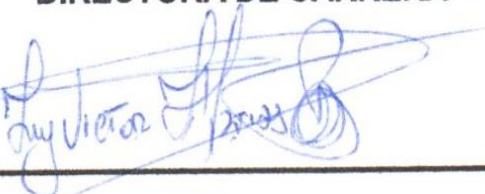
ING. JUAN GARCÉS VARGAS, MSc.

DECANO DE LA FACULTAD

f.  _____

ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, MSc

DIRECTORA DE CARRERA

f.  _____

ING. VÍCTOR MATÍAS PILLASAGUA, MSc

COORDINADOR O DOCENTE DEL ÁREA

f.  _____

Ab. VÍCTOR CORONEL ORTÍZ, MSc

SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| CERTIFICACIÓN..... | i |
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | ii |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD | iii |
| AUTORIZACIÓN..... | iv |
| CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO | v |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| AGRADECIMIENTO | viii |
| DEDICATORIA | ix |
| DEDICATORIA | x |
| TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN | xi |
| ÍNDICE..... | xii |
| ILUSTRACIONES | xvi |
| RESUMEN | xix |
| ABSTRACT..... | xx |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES..... | 3 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 5 |
| 1.2.1 Protección Pasiva..... | 7 |
| 1.2.2 Protección activa | 7 |
| 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 8 |
| 1.4 ALCANCE..... | 9 |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA..... | 10 |
| 1.6 OBJETIVOS..... | 13 |
| 1.6.1 Objetivo general | 13 |
| 1.6.2 Objetivos específicos | 13 |
| 1.7 HIPÓTESIS Y VARIABLES | 14 |
| 1.7.1 Formulación de la hipótesis..... | 14 |
| 1.7.2 Variables | 14 |
| 1.7.2.1 Variable Independiente | 14 |

| | | |
|------------------------|--|----|
| 1.7.2.2 | Variable Dependiente | 14 |
| CAPÍTULO II..... | | 15 |
| 2. MARCO TEÓRICO | | 15 |
| 2.1 | BASES TEÓRICAS | 15 |
| 2.1.1 | Definición de Incendio | 15 |
| 2.1.2 | Definición de Fuego | 16 |
| 2.1.3 | Definición de sistema contra incendio..... | 16 |
| 2.1.4 | Clasificación de los sistemas básicos contra incendios | 17 |
| 2.1.4.1 | Sistema de detección de incendios convencional..... | 17 |
| 2.1.4.2 | Sistemas de detección y alarma | 17 |
| 2.1.4.3 | Sistemas de rociadores automáticos | 17 |
| 2.1.4.4 | Sistemas con hidrantes | 18 |
| 2.1.4.5 | Sistemas con extintores..... | 18 |
| 2.1.5 | Tipos de sistemas de rociadores..... | 18 |
| 2.1.5.1 | Sistemas de tubería mojada | 18 |
| 2.1.5.2 | Sistemas de tubería seca | 19 |
| 2.1.5.3 | Sistemas de acción previa o pre-acción, | 19 |
| 2.1.6 | Fases del Fuego..... | 20 |
| 2.1.7 | Clases de Fuego | 21 |
| 2.1.8 | Norma NFPA 704 y afines..... | 22 |
| 2.1.8.1 | Triángulo de Fuego..... | 23 |
| 2.1.8.2 | El Tetraedro del fuego | 25 |
| 2.1.9 | Métodos de Extinción | 27 |
| 2.1.10 | Tipos de fuego | 28 |
| 2.1.11 | Agentes extintores | 28 |
| 2.1.12 | Tipos de extintores..... | 30 |
| 2.1.13 | Tipos de Rociadores | 33 |
| 2.1.14 | Hidrantes NFPA 291 | 36 |
| 2.1.14.1 | Clasificación de los hidrantes | 38 |
| 2.1.14.2 | Gasto o caudal requerido (Q) | 39 |
| 2.1.14.3 | Presión residual clase I y III | 39 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| 2.1.14.4 | Presión residual clase II..... | 39 |
| 2.1.15 | Sistemas de detección y alarma contra incendios | 39 |
| 2.1.15.1 | Componentes de un sistema de detección y alarma | 40 |
| 2.1.15.2 | Clases de detectores | 43 |
| 2.1.15.3 | Clasificación de los sistemas de detección de incendios..... | 49 |
| 2.2 | NORMAS APLICABLES A LA REALIDAD ECUATORIANA Y A NIVEL SUDAMERICANO | 54 |
| 2.2.1 | IESS | 54 |
| 2.2.2 | Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo..... | 56 |
| 2.2.3 | Normas INEN | 61 |
| 2.2.4 | Normas NFPA | 63 |
| CAPÍTULO III | | 65 |
| 3. | TEATRO “UPSE” | 65 |
| 3.1 | Ubicación del teatro | 65 |
| 3.2 | Zonas que conforman el teatro | 65 |
| CAPÍTULO IV..... | | 71 |
| 4. | METODOLOGÍA..... | 71 |
| 4.1 | Necesidad social..... | 71 |
| 4.2 | Enfoque Legal..... | 71 |
| 4.3 | Recopilación y revisión de información..... | 71 |
| 4.4 | Visitas | 72 |
| 4.5 | Enfoque práctico | 72 |
| 4.6 | Selección de proyectos análogos | 72 |
| 4.7 | Formulación de la idea..... | 72 |
| CAPÍTULO V..... | | 73 |
| 5. | CÁLCULO, SELECCIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ROCIADORES CONTRA INCENDIO | 73 |
| 5.1 | Criterios para diseñar y seleccionar un sistema de rociadores... 73 | |
| 5.1.1 | Determinar el tipo y sistema de configuración..... | 73 |
| 5.1.1.1 | Sistemas tipo árbol | 73 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 5.1.1.2 | Sistema tipo anillo..... | 76 |
| 5.1.1.3 | Sistema tipo parrilla | 77 |
| 5.2 | Determinación del riesgo por el nivel de ocupación de acuerdo a la NFPA 13..... | 78 |
| 5.2.1 | Ocupación de Riesgo Leve | 78 |
| 5.2.2 | Ocupación de Riesgo Ordinario | 78 |
| 5.2.3 | Ocupación de Riesgo Extra..... | 79 |
| 5.3 | Determinación del área protegida por cada rociador | 79 |
| 5.4 | Cálculos Hidráulicos para sistema de rociadores | 80 |
| 5.4.1 | Método de Cálculo Hidráulico para sistema de rociadores .. | 80 |
| 5.4.1.1 | Selección del área hidráulicamente más remota | 81 |
| 5.4.1.2 | Selección de Ocupancia | 81 |
| 5.4.1.3 | Selección de densidad Hidráulica..... | 82 |
| 5.4.1.4 | Determinación de la longitud del área de diseño | 83 |
| 5.4.1.5 | Numero de rociadores a lo largo de la Longitud de Diseño | 83 |
| 5.4.1.6 | Mínimo flujo del rociador más crítico | 84 |
| 5.4.1.7 | Mínima presión del rociador..... | 84 |
| 5.4.1.8 | Determinación de la pérdida por fricción | 86 |
| 5.4.1.9 | Mangueras Contra Incendio..... | 86 |
| 5.5 | Diseño del sistema de rociadores..... | 87 |
| | CAPÍTULO VI..... | 113 |
| | 6. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO..... | 113 |
| | CAPÍTULO VII..... | 124 |
| | 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 124 |
| 7.1 | CONCLUSIONES | 124 |
| 7.2 | RECOMENDACIONES..... | 125 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 126 |
| | GLOSARIO DE TÉRMINOS. | 128 |
| | ANEXOS. | |
| | TABLAS “NFPA 13”. | |

CÁLCULOS GENERALES.

ANEXO PLANOS.

FICHAS TÉCNICAS DE ROCIADOR Y BOMBAS.

VISITA TÉCNICA A TEATRO "CENTRO CÍVICO ELOY ALFARO".

ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. "Rombo de seguridad de la NFPA" | 23 |
| Ilustración 2. "Triángulo de Fuego" | 24 |
| Ilustración 3. "Tetraedro de fuego" | 26 |
| Ilustración 4. "Extintor tipo A, agua presurizada, espuma o polvo químico seco" | 30 |
| Ilustración 5. "Extintor tipo B, espuma" | 31 |
| Ilustración 6. "Extintor tipo C" | 32 |
| Ilustración 7. "Extintor tipo D, polvo seco especial" | 32 |
| Ilustración 8. "Extintor tipo K, solución a base de acetato de potasio" | 33 |
| Ilustración 9. Rociador convencional o estilo antiguo | 34 |
| Ilustración 10. "Rociadores residenciales" | 35 |
| Ilustración 11. Rociadores Spray | 36 |
| Ilustración 12. Central convencional | 40 |
| Ilustración 13. "Detector óptico analógico" | 41 |
| Ilustración 14. "Pulsador manual de alarma" | 41 |
| Ilustración 15. "Sirena de alarma con flash de interior" | 42 |
| Ilustración 16. "Tarjeta de comunicación a CRA por línea telefónica y GRPS" | 42 |
| Ilustración 17. "Fuente de alimentación" | 43 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 18. "Detector de humo"..... | 44 |
| Ilustración 19. Detector óptico de humo..... | 44 |
| Ilustración 20. "Detector iónico" | 45 |
| Ilustración 21. "Detector de llama" | 46 |
| Ilustración 22. "Detector de monóxido de carbono" | 47 |
| Ilustración 23. " Detector por barrera de infrarrojo"..... | 47 |
| Ilustración 24. "Detector térmico de alta temperatura" | 48 |
| Ilustración 25. Detectores termovelocimétricos..... | 49 |
| Ilustración 26. "Detección manual" | 50 |
| Ilustración 27. "Esquema de un sistema convencional" | 51 |
| Ilustración 28. "Esquema de un sistema analógico"..... | 52 |
| Ilustración 29. "Sistema de detección de gas" | 53 |
| Ilustración 30. "Sistema de detección de chispa"..... | 53 |
| Ilustración 31. "Predios de la UPSE donde se situaría el teatro" | 65 |
| Ilustración 32. "Plazoleta Central | 65 |
| Ilustración 33. "Vestíbulo" | 66 |
| Ilustración 34. "Salón Multiuso"..... | 66 |
| Ilustración 35. "Bar Cafetería" | 67 |
| Ilustración 36. " Camerinos"..... | 68 |
| Ilustración 37. "Escenario" | 69 |
| Ilustración 38. "Vías -parque"..... | 70 |
| Ilustración 39. "Alimentador centro-centro" | 74 |
| Ilustración 40. "Alimentador centro-extremo" | 74 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 41. "Alimentador lado-centro" | 75 |
| Ilustración 42. "Alimentador lado-extremo" | 75 |
| Ilustración 43. "Sistema tipo anillo" | 76 |
| Ilustración 44. "Sistema tipo parrilla" | 78 |
| Ilustración 45. "Curva Área/Densidad" | 82 |
| Ilustración 46. "Longitud del área de diseño" | 83 |
| Ilustración 47 Curva de la electrobomba centrifuga principal..... | 110 |
| Ilustración 48. Potencia de la Electro bomba centrifuga Principal | 111 |



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL TEATRO UNIVERSITARIO CORRESPONDIENTE A LA UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA DE ACUERDO A LAS NORMAS NEC 2014 Y NFPA”

Autores: Banchón Palma Rómulo Manuely
Borbor Quirumbay Carlos Geovanny
Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard Iván, Msc.

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se requiere analizar la normativa nacional NEC contra incendio junto con la normativa internacional Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA), para realizar el diseño del sistema contra incendio del teatro que se ubicaría en la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), ya que estos sistemas ofrecen amplia seguridad a los administradores como asistentes de este tipo de escenarios debido a su amplia modernidad.

El diseño contra incendio conllevará un sistema de extinción de incendios con rociadores, junto con la colocación de gabinetes, extintores, cisterna, hidrantes, selección de bomba principal como de reserva, de manera que estén protegidas todas las áreas correspondientes al teatro y a su vez el sistema opere de manera eficiente durante un tiempo determinado mientras llegue el cuerpo de bomberos. También comprobar que el sistema cumpla con las normativas nacionales como internacional y pueda implementarse en un futuro.

Palabras claves: Normas NEC 2014 contra incendio, Norma internacional NFPA, Fuego, incendio, presión, prevención de incendio, normas técnicas, bomba contra incendio.



"STUDY AND DESIGN OF THE FIRE SYSTEM OF THE UNIVERSITY THEATER CORRESPONDING TO THE PENINSULA STATE UNIVERSITY OF SANTA ELENA IN ACCORDANCE WITH THE NEC 2014 NEC AND NFPA STANDARDS"

Authors: Banchón Palma Rómulo Manuely
Borbor Quirumbay Carlos Geovanny

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard Iván, Msc.

ABSTRACT

In the present work of titulación it is required to analyze the national norm NEC against fire along with the international norm National Association of Protection Against the Fire (NFPA), to realize the design of the system against fire of the theater that would be located in the State University Peninsula of Santa Elena (UPSE), since these systems offer ample security to the administrators as assistants of this type of scenarios due to their modernity.

The design against fire will entail a fire extinguishing system with sprinklers, along with the placement of cabinets, extinguishers, cistern, hydrants, selection of main pump as reserve, so that all areas corresponding to the theater and at the same time the system operates efficiently for a set period of time while the fire department arrives. Also check that the system complies with national and international regulations and can be implemented in the future.

Keywords: NEC 2014 Fire Regulations, NFPA International Standard, fire, burning, pressure, fire prevention, technical standards, fire pum.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los teatros siempre han estado expuesto a peligros, uno de ellos es el fuego. La existencia de estos recintos destinados a representaciones teatrales, muchas veces inadecuados debido a la falta de iluminación y de calefacción, posibilitaron la generación y propagación de incendios. Todo ello, acompañado de insuficientes medidas preventivas, junto con la falta de recursos asignados a las entidades responsables, dio lugar a muchos incendios a lo largo de la historia y por lo consiguiente a la implementación de sistemas de protección contra incendios para evitar estos sucesos.

La implementación de sistemas contra incendio en los teatros o estructuras destinadas a albergar gran cantidad de personas, sería de gran beneficio dentro de la provincia de Santa Elena ya que se contaría con mayor seguridad para los asistentes y administradores de este tipo de escenarios, si es que se produjera un incendio, debido a su amplia modernidad.

Estos sistemas contra incendios cuentan con una serie de implementos que deben ser instalados de acuerdo a la normativa nacional NEC contra incendio como la norma internacional NFPA para que desempeñen adecuadamente sus funciones de manera que no existan inconvenientes a la hora de accionarse y proteger un área determinada.

Los rociadores forman una parte importante dentro del sistemas contra incendio ya que cumplen con la función de rociar el área afectada de acuerdo a su cobertura permitida, de manera que no se propague el incendio.

El teatro UPSE contara con un diseño apropiado tanto de detección como extinción de incendio. A su vez, se realizará un análisis de las zonas que tengan alto riesgo, empleando las normas junto con los requerimientos dispuestas en ella, para que en un futuro la instalación de este sistema sea efectivo y óptimo.

El presente trabajo de titulación contempla 7 capítulos, a continuación, mencionamos los mismos:

En el **capítulo I**, se detalla los antecedentes, planteamiento y formulación del problema, alcance, justificación, objetivos e hipótesis, variables.

El **capítulo II**, hace referencia al marco teórico, conceptos y definiciones generales referente a los sistemas detección como extinción de incendios.

El **capítulo III**, menciona una breve descripción de las principales áreas que contiene el teatro, además de la ubicación del Teatro Universitario “UPSE”.

El capítulo **IV**, realizaremos la metodología que se basara en visitas a teatros que tenga implementado un sistema contra incendio, además de consultas en las normas correspondientes.

El **capítulo V**, tratará sobre cálculo, selección y diseño del sistema contra incendio apropiado a implementarse en el Teatro “UPSE”.

El capítulo VI, realizaremos un presupuesto referencial consultando a profesionales, acerca de los precios de implementos que intervienen en el sistema contra incendio, de manera que obtengamos un valor próximo a la realidad.

El capítulo VII, tratara sobre las conclusiones y recomendaciones tomadas una vez que se ha realizado el diseño del sistema contra incendio.

1.1 ANTECEDENTES

A nivel mundial, nacional e institucional existen teatros que cuentan con sistemas de protección contra incendio que ofrecen confianza y seguridad a los administradores y asistentes de este tipo de escenarios, debido a su amplia modernidad, entre los teatros más destacados se puede mencionar los siguientes:

El teatro Colón, situado en Buenos Aires - Argentina, es uno de los más importantes a nivel latinoamericano y mundial, cuenta con una capacidad para albergar a 2487 personas, actualmente funciona como teatro de ópera, fue fundado en el mes de mayo de 1907. Francesco y Vittorio Meano fueron los arquitectos que realizaron el diseño de esta majestuosa obra. Este teatro cuenta con los siguientes sistemas para el control de incendios: grupo de bombeo, red bocas de incendio, red sprinklers, sistema supresión, sistema detección, sistema audio evacuación, sala control emergencia, entre otros. Esto ayuda a tener una respuesta inmediata a la hora de evacuar a los asistentes ante un suceso imprevisto. (Teatro Colón, 2014).

La casa de la cultura ecuatoriana es una entidad autónoma de gestión cultural. Funciona desde el año 1944 y tiene su sede principal en la ciudad de Quito. Además, cuenta con sedes en casi todas las provincias del país, entre las principales tenemos las siguientes (WIKIPEDIA, Casa de la Cultura Ecuatoriana, 2014):

- ✓ Teatro Nacional Benjamín Carrión con aforo para 2000 personas.
- ✓ Teatro Demetrio Aguilera Malta con aforo para 300 personas.
- ✓ Sala Jorge Icaza con capacidad para 100 personas.

- ✓ Teatro Prometeo con capacidad para 270 personas.
- ✓ Teatro Roldós Aguilera para recibir hasta 2015 asistentes.
- ✓ Casa de la Cultura para albergar hasta 4500 asistentes.
- ✓ Aula Carrión Benjamín para recibir hasta 120 asistentes.

Cada uno de estos teatros cumplen con las normas municipales exigidas por sus ciudades, así como las normas nacionales, en donde se especifica que todo escenario de concentración de público debe de disponer de un sistema de protección contra incendio adecuado para salvaguardar la integridad de sus ocupantes, así como de la estructura.

A nivel académico se puede destacar el Teatro Carlos Cueva Tamariz, situado en la Universidad de Cuenca – Ecuador, fue inaugurado el 19 de junio del 1964 por el rector Carlos Cueva Tamariz, los arquitectos Javier y Édgar Durán estuvieron a cargo de esta emblemática obra. Posee una capacidad para albergar a 800 espectadores, cuenta con un telón anti fuego que se enciende de tres maneras: sistema electrónico para detección de humo, fusibles y manual. Para evitar el fuego, el telón aislará el escenario de las butacas. Esta obra ayuda a fortalecer las actividades académicas y culturales, así mismo mejorará la seguridad de las instalaciones en caso de producirse incendio (UNIVERSIA, 2012).

El diseño del teatro universitario UPSE, se realizó en diciembre del año 2009 en el período administrativo del Ing. Jimmy Candell Soto, el proyecto se ubicaría en la Avda. 12 entre calle 47 y calle 53. La Libertad - Santa Elena, específicamente en los predios de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

El proyecto contempló la realización de los siguientes planos: arquitectónicos, estructurales, sanitarios, etc. Estos fueron realizados por el Arq. Raúl Meza M., en él se detallaban datos importantes como el aforo

del teatro de 1015 personas, área de 2.497m², diseño básico de extintores para protección contra incendio que no sería suficiente en caso de un incendio de gran magnitud. Acústicamente, el Teatro Universitario que se propone responde a las proporciones cónicas consideradas como idóneas. Se proyecta como una obra de gran beneficio para la institución, tanto en lo académico como en lo cultural.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los incendios en teatros vienen desde épocas remotas, existen casos impactantes donde se ha tenido pérdidas materiales y pérdidas humanas, por la ausencia de un adecuado diseño contra incendio dentro de sus consideraciones técnicas. A continuación, se detallan algunos eventos que se han suscitado tanto a nivel mundial y nacional.

A nivel mundial el “Gran Teatre of Liceu”, situado en Barcelona - España, es el caso más representativo que se recuerda, este incendio sucedió en el mes de enero de 1994 a las 10:30 am; se produjo cuando un grupo de trabajadores realizaban una soldadura al telón de acero, unas chispas de soplete prendieron fuego en los pliegos de cortinaje y algunos trozos encendidos cayeron al suelo y produjeron llamaradas de hasta 70m, la estructura quedó reducida a escombros debido a que solo contaba con un sistema simple de extintores (Periodista Manuel Vilaseró, 2016).

A nivel nacional en el “Teatro Carlos Cueva Tamariz”, con capacidad para 800 personas, situado en la Universidad de Cuenca - Ecuador, se produjo un incendio el 24 de octubre del 2015, debido a un corto circuito, pero sólo se registraron pérdidas materiales, la parte alta del escenario salió afectada junto con las tramoyas que se destruyeron debido al fuego; según informes el 20% de la estructura sufrió las consecuencias (Diario El Tiempo, 2015).

El rector Ing. Fabián Carrasco supo manifestar que el teatro posee un sistema contra incendio con extintores y que durante el evento se activaron los gabinetes para protegerse contra el incendio, estos disponen de mangueras y algunos pitones que se accionan cuando se enciende la bomba eléctrica ubicada en el costado exterior del teatro. Pero, debido al siniestro es evidente que se necesitaría una remodelación del sistema actual.

Otro incendio es el que se suscitó en la discoteca “Factory”, situada en la ciudad de Quito – Ecuador, esto sucedió el 19 de abril 2008 mientras se realizaba un festival de Rock Gótico al que asistieron cerca de 200 personas en su mayoría jóvenes, la causa del siniestro fue por el lanzamiento de una bengala y debido a que la estructura en su mayoría era de latón y en su interior había gran cantidad de material inflamable se produjo un incendio de gran magnitud, lo que ocasionó que 35 personas resultaran heridas y 19 fallecieran (WIKIPEDIA, Incendio de la discoteca Factory, 2008)

A nivel local el diseño de “Teatro Universitario UPSE”, es un proyecto innovador dentro de la provincia de Santa Elena – Ecuador, en los planos se proyecta un sistema contra incendio solo con extintores, distribuidos alrededor del escenario, pero este sería ineficiente en caso de suscitarse un siniestro de gran magnitud, que pondría en riesgo a los asistentes y a la estructura. Dentro de los sistemas contra incendios se debe de tomar en cuenta protección activa y pasiva básica. Estos se basan en buenas técnicas para su instalación y diseño, de manera que brinden el nivel de protección adecuado.

1.2.1 Protección Pasiva

Son aquellas que favorecen la probabilidad de ignición (encendido), crecimiento y propagación de fuego, pero esto se evita controlando los materiales que se usan en la construcción o estableciendo barreras físicas para evitar el desplazamiento del humo o la llama. Estos sistemas están integrados generalmente por vigas, pisos, paredes, cielorrasos y cajas de escaleras que tienen una resistencia establecida para reducir el fuego en caso de un siniestro causado por un incendio. A su vez, el sistema de alarma puede participar como elemento de protección pasiva cuando se acciona, para empezar el cierre de las entradas principales contra incendio.

1.2.2 Protección activa

Participa de forma directa para reducir la velocidad de propagación y crecimiento del fuego. Están integrados por sistemas de detección de humo donde llegarán señales automáticas o manuales para que cumplan con su función definida; además, poseen sistemas de rociadores. También incluyen los sistemas de alarma dentro de la protección activa, estos informan al cuerpo de bomberos y a los ocupantes del edificio de la emergencia que está aconteciendo.

Los sistemas de extinción entre ellos el sistema de rociadores sirve para apagar o minimizar el fuego. El sistema de control de humo se utiliza para mantener despejadas las rutas de escape durante un período de tiempo determinado.

Al disponer de una alarma de incendio facilitará la activación del sistema de rociadores junto con los mecanismos de uso manual como automáticos disponibles, estos emitirán una señal de alerta a los asistentes del edificio, además, de informar a entidades de emergencia para que respondan de

manera inmediata ante un posible incidente. Entre las principales funciones se contemplan las siguientes:

- ✓ Brindar seguridad contra incendio al público, asistentes del edificio y al personal utilizando los mecanismos de primera intervención.
- ✓ Proteger propiedades.
- ✓ Considerar las debidas precauciones para proseguir con las actividades.
- ✓ Reducir el impacto medioambiental que ocasiona un incendio.
- ✓ Minimizar los precios de construcción de manera que se mantenga las medidas de seguridad óptimas.
- ✓ Salvaguardar la integridad del personal que este en los edificios en caso de que ocurra un incendio.
- ✓ Minimizar el riesgo de incendio.
- ✓ Evitar que se propague el fuego dentro de una edificación, así como de las estructuras aledañas.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Al implementar un diseño de sistema contra incendio en el teatro universitario UPSE, se reduce el nivel de riesgo, lo que supone un costo-beneficio aceptable sí es que se produjera un incendio, en Ecuador, este tipo de estructuras están normados por las NEC contra incendio que a su vez se basan en la NFPA.

1.4 ALCANCE

El presente tema de investigación técnica evalúa los riesgos dentro de todas las áreas que conforman el Teatro Universitario aplicando las normas internacionales entre ellas: NFPA conforme a las especificaciones técnicas del proyecto para establecer el diseño apropiado del sistema contra incendio.

Al analizar el sistema existente se observa la necesidad de implementar innovaciones tecnológicas, por lo que, se realizará el diseño del sistema de control contra incendio de manera, que se logre un nivel de eficiencia óptima para minimizar costos, previniendo incendio y evitando pérdidas a futuro.

El proyecto contempla una duración de aproximadamente seis meses, donde se realizará el análisis y evaluación necesaria para implementar el diseño del sistema contra incendio en el teatro universitario situado en la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

La particularidad de la sala principal de butacas poseerá un conjunto único donde se accederá desde cualquier localidad, entonces, se tendrá mayor rapidez a la hora de evacuar a los asistentes en caso de que ocurra un incendio. Se tiene dos niveles de gradas que están plenamente diferenciados, con las pendientes necesarias para tener una excelente visualización y estos se juntan por medio del pasillo interior.

Se implementarán cuatro salidas de emergencia por cada nivel, teniendo facilidad a la hora de evacuar a las personas en caso de incendios. Dentro de los sistemas de protección contra incendio es necesario un sistema compuesto de tuberías elevadas y subterráneas, basadas en las normas pertinentes como son las NEC y la NFPA.

Durante la instalación del sistema de abastecimiento de agua se debe considerar que la función del mismo sea de manera automática. Sobre el área de ocupación del teatro se instalará el sistema con rociadores, la misma que contará con una red de tuberías debidamente dimensionadas y diseñadas, que estarán ubicadas a una adecuada altura y funcionarán de manera automática mediante un patrón que beneficia su correcto funcionamiento.

Estos sistemas requerirán de una válvula de control que se encuentra en la tubería de abastecimiento o en la tubería vertical. Se incluye un dispositivo de alarma dentro de cada sistema de rociadores que se enciende cuando están en funcionamiento. Los rociadores se activan al detectar calor causado por el fuego e inmediatamente arroja agua sobre esta área.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Los teatros que en sus instalaciones cuentan con sistema contra incendio tanto a nivel mundial como nacional han logrado **fortalecer la seguridad y las actividades académicas como culturales** que de por sí conlleva un teatro.

Al implementar un diseño de sistema contra incendio se lograría un gran **beneficio en lo económico ya que este sistema protegerá la estructura ante un posible incendio** logrando conservar los bienes materiales como humanos, además se ahorraría en indemnizaciones por accidentes laborales.

Los sistemas contra incendio dentro de los teatros tienen gran **importancia debido a que ofrecen alta seguridad a los asistentes**

debido a sus innovaciones tecnológicas que están basadas en normativas internacionales como las NFPA,

La Ingeniería aplicada en el presente trabajo investigativo **facilitará los lineamientos del diseño, selección de sistemas, subsistemas para la mitigación y extinción de incendios**, estos diseños están basados y cumplen las normas reglamentarias tanto nacionales como internacionales

Estos diseños de sistemas contra incendio nos permiten **adquirir conocimientos relacionados al aspecto sanitario como hidráulico**, para poder realizar un sistema más eficiente.

El teatro UPSE dispondrá de seguridad óptima para sus instalaciones esto se hará en base a un sistema de bombeo que tendrá un sistema de red principal (monitores, hidrantes y gabinetes), sistemas de extintores y de rociadores automáticos.

El diseño del sistema contra incendio del teatro universitario UPSE tendrá **ventajas para los asistentes, personal académico, ciudadanía en general, etc.; a continuación, las siguientes:**

- ✓ **Alerta inmediata:** Emite señal de alarma al detectar un mínimo olor o señal de humo llegando a la central principal, para que se active una alerta acústica y se proceda a la respectiva evacuación.
- ✓ **Detección de olores:** Detecta diferentes clases de olores que perjudican la salud de las personas, estos son tóxicos: ejemplo: escape de gas, monóxido de carbono, entre otros.
- ✓ **Control de daños:** Se minimiza pérdidas materiales que se producen por el fuego, puesto que, se activa el sistema contra incendio tomando las precauciones adecuadas para evacuar y resguardar los materiales que se consideren de gran importancia.

- ✓ **Monitorización constante:** Emite una señal de emergencia al cuerpo de bomberos en caso de que suceda un incendio, debido a que los edificios cuentan con sistemas de monitorización constante durante las 24 horas del día; cuya función es advertir a las entidades pertinentes cuando ocurra un siniestro.
- ✓ **Tranquilidad:** Contar con un sistema contra incendio óptimo se tendrá la seguridad y tranquilidad, se advierte a las personas en caso de que suceda un evento no deseado como un incendio.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

- ✓ Diseñar el sistema contra incendios del teatro universitario ubicado en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, utilizando como guía las normas NEC 2014 y NFPA, para proteger al teatro junto con sus asistentes.

1.6.2 Objetivos específicos

- ✓ Conocer de manera general conceptos referentes al sistema contra incendio junto con las normativas que estas conllevan.
- ✓ Definir las principales áreas que conforman el teatro UPSE para realizar la implementación del sistema contra incendio y a su vez definir el área de mayor riesgo.
- ✓ Realizar la metodología que consistirá en visitas a teatros y consultas a las normas nacionales como internacionales referentes al sistema contra incendio.
- ✓ Diseñar el sistema contra incendio ejecutando cálculos de los respectivos elementos que conforman el diseño en base a las normativas NEC 2014 contra incendio y la norma NFPA.
- ✓ Elaborar un presupuesto y un cronograma valorado referencial consultando a profesionales dedicados a la implementación de diseño de sistema contra incendio.

1.7 HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.7.1 Formulación de la hipótesis

El diseño del sistema contra incendio del teatro universitario UPSE permitirá contar en el punto más desfavorable el caudal y presión de agua potable adecuada para extinguir incendios de tipo riesgo ordinario II de acuerdo a las normas NEC contra incendio y NFPA.

1.7.2 Variables

1.7.2.1 Variable Independiente

- ✓ Diseño arquitectónico.
- ✓ Tubería de acero sin costura cedula 40.
- ✓ Localización de cisterna y cuarto de bombas.
- ✓ Tipo de rociador colgante.

1.7.2.2 Variable Dependiente

- ✓ Trazado de redes.
- ✓ Diámetro de tubería.
- ✓ Localización horizontal y vertical de hidrantes.
- ✓ Localización horizontal y vertical de rociadores.
- ✓ Válvulas detectoras de flujo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Desde hace tiempo atrás, en Ecuador, los profesionales dedicados al campo de la construcción han tomado en cuenta preservar la infraestructura de sus proyectos y concientizar a sus usuarios de la importancia de implementar sistemas de protección contra incendio para cumplir este fin.

En el presente estudio se presenta conceptos generales que intervienen dentro del diseño de los sistemas de protección contra incendios, entre ellos el comportamiento teórico del fuego, tipos de sistemas implementados en la protección contra incendios, normativas que rigen este campo de la ingeniería y por último la clasificación del riesgo.

Dentro del marco legal se detallarán los principales artículos que exigen la instalación de sistema de protección contra incendio dentro de los espacios de concentración de público, dentro de estas se consideran las normas, reglamentos y leyes que rigen a nivel sudamericano.

2.1 BASES TEÓRICAS

2.1.1 Definición de Incendio

Un incendio es una reacción química de oxidación - reducción fuertemente exotérmica, es decir, con gran evacuación de calor. El reductor se denomina combustible y el oxidante comburente; las reacciones entre los dos se denominan combustión (Flor Bózquez, 2013).

2.1.2 Definición de Fuego

Proveniente del latín “**focus**” que hace referencia al lugar donde se encendía la lumbre para cocinar, además debido a la iluminación que esta emanaba era el punto de reunión de los miembros que integraban las familias, esto lo realizaban para calentarse y realizar sus actividades.

Para producir el fuego se debe desencadenar una reacción química de oxidación en donde se desprende energía en el aire, que está en forma de calor, además intervienen partículas que poseen combustión, esta es capaz de desprender dióxido de carbono, calor, llama, vapor de agua y humo.

2.1.3 Definición de sistema contra incendio

Se puede definir como una serie de implementos que se emplean para proteger a las edificaciones, teatros o construcciones destinados a concentrar gran cantidad de personas para resguardarlos del fuego. Su objetivo es alcanzar estos fines:

- ✓ Salvaguardar la integridad física de los seres humanos.
- ✓ Minimizar pérdidas de bienes materiales de las empresas.
- ✓ Lograr que las instituciones continúen ejerciendo sus actividades diarias en un tiempo relativamente corto.

Las empresas deben conocer los peligros a los que están expuestos y por ende implementar los medios de prevención y protección pertinentes para evitar estos, como podría ser un incendio. Además, se deben considerar lo que se mencionara a continuación:

- ✓ Peligro al iniciarse un incendio.
- ✓ Peligro debido a que el incendio puede extenderse.

2.1.4 Clasificación de los sistemas básicos contra incendios

Según su tecnología de fabricación y configuración, los sistemas de detección se clasifican en:

2.1.4.1 Sistema de detección de incendios convencional

Este tipo de sistemas son de gran beneficio, solo se necesita de un mínimo mantenimiento para lograr una máxima duración, su manejo es sencillo, se utilizan principalmente en garajes de viviendas y locales comerciales pequeños. Al ocurrir un incendio la central da una ubicación general de la zona afectada, más no, una ubicación exacta del detector activado.

Se puede colocar centrales de extinción automática por gases o de detección convencional dentro de un sistema de detección analógico, y estas serán controladas desde la central analógica, lo que garantizará que el sistema sea completo en cuanto innovaciones de detección de incendios se refiere.

2.1.4.2 Sistemas de detección y alarma

Su función primordial es detectar un incendio y reportarlo para que entre en funcionamiento el sistema de extinción, de igual manera se deben tener libres las rutas designadas para evacuación.

2.1.4.3 Sistemas de rociadores automáticos

Estos sistemas deben cumplir con dos funciones principales: detectar y extinguir el fuego. Además, deben de activarse automáticamente para

controlar el fuego. Una excelente condición ambiental ayudará a prolongar el tiempo de vida de los rociadores automáticos.

2.1.4.4 Sistemas con hidrantes

Estos sistemas suministran gran parte del agua en corto tiempo, se acoplan y forma parte íntegra de la red de agua, específicamente la dedicada a la protección de establecimientos contra algún siniestro relacionado con el fuego, además permite la conexión de equipos y mangueras contra incendio. El agua es fundamental y debe conseguirse por medio de una cisterna o a través de una bomba directamente de la red urbana.

2.1.4.5 Sistemas con extintores

Son los dispositivos de control de incendios más utilizados a nivel no profesional, por su conveniencia, costo y disponibilidad. Los extintores como dispositivos de control tienen como base la acción del agente extintor que ataca uno de los cuatro elementos del tetraedro de fuego. Es decir, realiza la extinción por reducción de temperatura, eliminación de oxígeno, combustible y de inhibición de reacción en cadena (Flor Bózquez, 2013).

2.1.5 Tipos de sistemas de rociadores

Se definen tres tipos diferentes de sistemas para la instalación de rociadores automáticos, esto dependerá del nivel de riesgo y de cómo se descarga agua sobre el fuego.

2.1.5.1 Sistemas de tubería mojada

Diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos, por lo general es el más usado. Toda la red de tuberías se encuentra en estado estático presurizado con agua y los rociadores de cada una de las áreas se

activarán y descargarán agua cuando se excede la temperatura máxima exigida.

2.1.5.2 Sistemas de tubería seca

A diferencia del sistema de tubería mojada, la instalación agua abajo no se encuentra presurizada con agua, sino que dispone de aire que funciona a presión. Los rociadores son similares con respecto al factor de descarga, tamaño y trabajan de igual forma al sistema anterior; pues, cuando se vacía el aire, éste recibe agua. Los puestos de control usados son diferentes al sistema anterior, debido que se necesita un dispositivo acelerador para extensas superficies de diseño. Se debe brindar protección contra posibles heladas en zonas donde estén los rociadores y éstas incluyen todas las instalaciones hasta llegar al puesto de control.

2.1.5.3 Sistemas de acción previa o pre-acción,

Este sistema necesita que se le envíe una indicación al sistema de detección paralelo ya que esta abrirá la válvula de control para que el agua sea descargada, esta agua pasara por las tuberías y llegara a los rociadores para que se extinga el incendio en las zonas más críticas.

A pesar de no ser necesario, es recomendable presurizar con aire las tuberías aguas abajo del puesto de control, al igual que los sistemas secos, de esta forma podemos vigilar el sistema ante rupturas fortuitas de la instalación a través de un presostato instalado después de la válvula de control (Prefire Quality Innovation, 2014).

2.1.6 Fases del Fuego

Todo ser humano está expuesto a peligros, entre ellos el fuego que puede encenderse en cualquier instante, ya sea durante la mañana, tarde o la noche. Si el fuego se inicia cuando se encuentre alguien dentro de las áreas de un local habría más probabilidad de que exista una respuesta inmediata para evitar mayores desastres, si al contrario, no existe nadie habrá más probabilidad de que el fuego se propague y provoque un desastre a mayor proporción.

Si el fuego se encuentra en un lugar cerrado, como una edificación o habitación, se requiere de un adecuado procedimiento de ventilación y cálculos para prevenir daños mayores, mitigando así los riesgos. Para un buen manejo del fuego se requiere de analizar las siguientes fases:

Fase Incipiente

Durante esta fase el oxígeno que está en el aire no se ha reducido en su totalidad, por ende, el fuego está produciendo dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua (H_2O), cantidades mínimas de bióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), entre otros gases.

Fase de Libre Combustión

En esta etapa se produce el incendio y se propaga el fuego debido a algunos materiales que están en proceso de combustión. Además, existirá gran aumento del humo, el oxígeno se dispondrá al mínimo y en algunos lugares se alcanzarán temperaturas que podrían llegar a unos 700°C . Cabe mencionar que esta fase cuenta con poco tiempo para tomar medidas para minimizar el fuego.

Fase Latente

Durante esta fase, se realiza una confinación sobre el área donde se encuentra la llama, se deja de producir cuando la combustión se reduce a simple materiales incandescentes. Debido al aumento de la presión, el humo denso llena el local y es forzado a salir al exterior. Además, los materiales combustibles que se encuentran en esta área producen metano e hidrogeno, estos compuestos se incluirán dentro de los que producen el fuego y por tanto los bomberos deberán tomar las medidas necesarias para precautelar su integridad.

2.1.7 Clases de Fuego

Se ha normalizado por su comportamiento cada uno de los materiales combustibles, para ello se realizó una clasificación según el tipo de fuego y se utilizaron las siguientes letras A-B-C-D-K.

Clase A

Es sólida la naturaleza de este combustible, forman llamas y brasas debido a que retienen oxígeno comburente en su interior, habitualmente de naturaleza orgánica, citando algunos ejemplos se tiene: madera, cartón, tela, plástico, papel, etc.

Clase B

Líquido combustible. Una parte de la superficie está en contacto con el comburente u oxígeno del aire, y éste arderá. Se denominan también fuegos grasos. No produce brasa su combustión, citando algunos ejemplos se tiene: las pinturas, gasolina, grasas, aceites, ceras, etc. Los materiales sólidos a temperatura normal que se consideran dentro de este grupo antes

de llegar a la ignición se licuan, como parafinas, asfaltos, ciertos tipos de plásticos, etc.

Clase C

Generalmente, se refiere a las instalaciones, materiales o equipos que necesitan de corriente eléctrica para que se inicie el fuego. Citando algunos ejemplos se tiene: cables, interruptores, motores, caja de fusibles, transformadores, tableros, etc.

Clase D

Son aquellos metales combustibles como, por ejemplo: circonio, magnesio, potasio, uranio, titanio, sodio, etc. A elevadas temperaturas estos metales se calientan, además con el agua o ciertos químicos pueden reaccionar fuertemente. La utilización de tierra o arena es eventualmente efectiva para apagar este tipo de fuego.

Clase K

Se refiere al combustible de cocina como grasas, aceites, etc. Se pueden extinguir y suprimir fuegos muy calientes con un agente especial químico mojado.

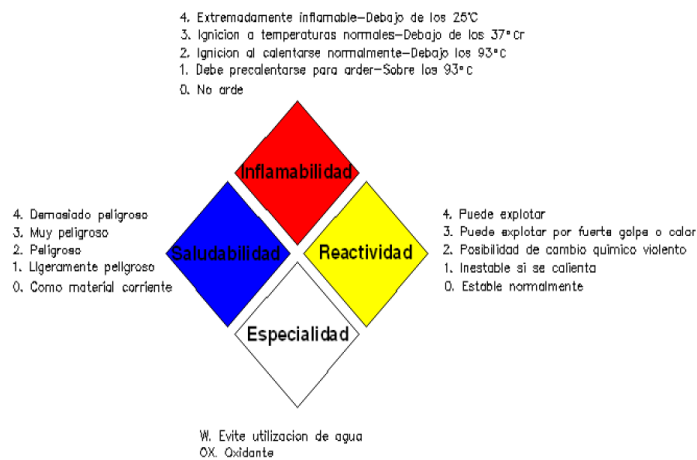
2.1.8 Norma NFPA 704 y afines

La norma internacional NFPA 704 (Ver ilustración 1), brinda información sobre las tres clases de riesgo: inflamable, auto-reactivo y salud, de la misma forma de la peligrosidad de cada uno. Además, indica dos riesgos específicos: poder oxidante y la reacción con el agua.

Los principales objetivos de la identificación y rotulado de los productos peligrosos se describen a continuación:

- ✓ Colocar un identificativo a los productos que suponen un peligro, reconociéndolo fácilmente a distancia, para evitar una catástrofe.
- ✓ Facilitar una identificación de fácil manejo, que ayude si se presenta un riesgo mientras se realiza el almacenamiento y manipulación de la mercadería.
- ✓ El color de los rótulos dará una guía inicial para facilitar su manipulación y almacenamiento o estiba.

Ilustración 1. "Rombo de seguridad de la NFPA".



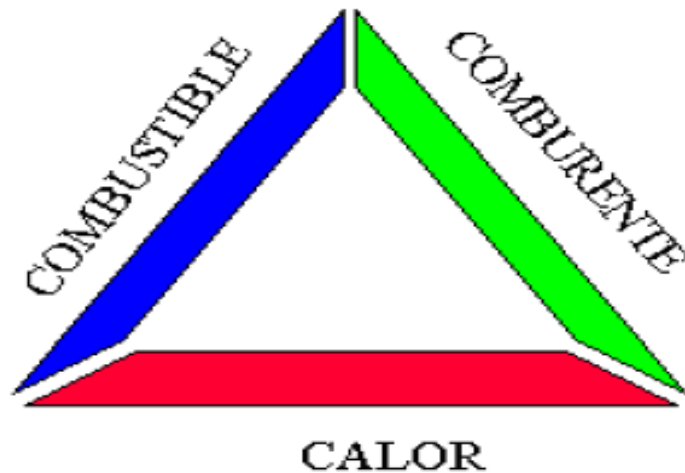
Fuente: National Fire Protection Association (NFPA) 704.

2.1.8.1 Triángulo de Fuego

El fuego depende de tres elementos para existir, y producir la combustión. Estos tres elementos son: agente oxidante o comburente, agente reductor o combustible y una fuente de calor como se visualiza en la Ilustración 2. Es necesario que se mezcle estos elementos en

proporciones y combinaciones adecuadas para que fuego se inicie. Es de vital importancia mantener separados estos elementos para evitar el fuego y prevenir el incendio.

Ilustración 2. "Triángulo de Fuego".



Fuente. Análisis de Riesgos de Instalaciones Industriales, Casal Joaquín, Pág. 128.

El oxígeno o comburente es un elemento que integra el triángulo, pero por sí solo no arde, se conserva la combustión, la combinación de ciertos elementos químicos pueden causar la aparición de oxígeno en el triángulo de fuego, estas sustancias son oxidantes u agentes de oxidación.

El combustible es otro elemento particular presente en el triángulo de fuego, puede estar en estado sólido, líquido o gaseoso. Al pasar por estos estados en especial el gaseoso, se expone a producir una combustión.

El calor es el último elemento que integra el triángulo de fuego, se desprende vapores debido a que la temperatura del combustible está elevada, de modo que se ocurriría el punto de incendio o ignición.

2.1.8.2 El Tetraedro del fuego

Para que aumente o se mantenga el volumen de un incendio se necesita de un cuarto factor dentro de la teoría actual referente a la combustión. Este factor recibe el nombre de reacción en cadena, se origina entre comburente y el combustible. Al recibir la reacción en cadena dentro del triángulo de fuego esta logra alterarse formando el tetraedro de fuego, mientras el fuego está activo, los elementos del combustible se minimizan más adentro de las llamas.

La temperatura aumenta, si se demanda más oxígeno y proseguirá la reacción en cadena. Esto se mantendrá hasta que se movilicen a zonas más finas de llama o denominadas sustancias involucradas. Mientras la temperatura sostenga la reacción en cadena y se cuente con bastante oxígeno y combustible, este proceso de combustión continuará. Los cuatro elementos están relacionados directamente por tal razón, no se usa un cuadrado sino un tetraedro. Estos elementos son:

Material combustible (agente reductor)

Este puede encontrarse en cualquier estado sólido, líquido o gas, además cuando se encuentran con energía de activación puede que se inicie la combustión. Antes de producirse la combustión se convierten en gases los líquidos y sólidos.

Comburente (agente oxidante)

Es capaz de absorber electrones de diferentes átomos, debido a la reacción de combustión de los elementos oxidantes. La combustión se puede poner en marcha debido al aire que se respira, debido a que es un agente comburente.

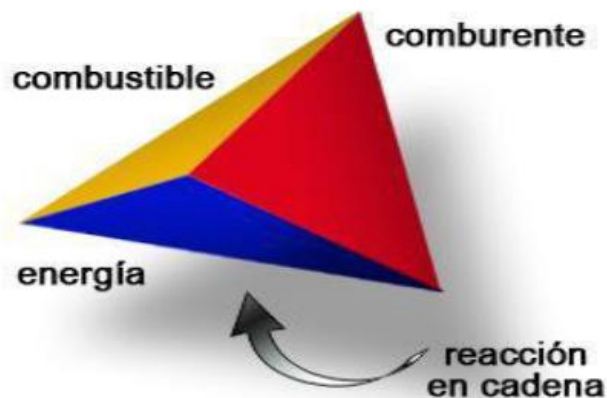
Energía de activación – Calor

El sistema inhibido necesita aporte energía para que pueda entrar en reacción, lo que a su vez hace que emane bastante vapor, lo que facilita el proceso de ignición.

Reacción en cadena

Ocurre cuando los elementos están presentes en las proporciones y condiciones apropiadas de fuego. Se conoce como proceso gradual con velocidad de reacción positiva exponencial. Durante las investigaciones de estos últimos años se ha comprobado que existe una serie de reacciones químicas detrás de la llama, la misma que es responsable que realice la formación de la cadena, dando lugar al tetraedro de fuego. Como se observa en ilustración 3.

Ilustración 3. "Tetraedro de fuego".



Fuente. Análisis de Riesgos de Instalaciones Industriales, Casal Joaquín, Pág. 129.

2.1.9 Métodos de Extinción

Para que un fuego sea extinguido y controlado de forma total o parcial se requiere comúnmente de la supresión de alguno de los elementos que integran el tetraedro de fuego, existen 4 formas de realizarlo y estas son:

Sofocación

Este método ayuda a eliminar el comburente (oxígeno), generalmente se usa la tierra para apagar las llamas, el sistema especial de espuma funciona de la misma manera.

Enfriamiento

Lo que se busca en este método es impedir la pirolisis, para ello se necesita que los materiales combustibles reduzcan su temperatura y lo que se emplea para lograrlo es el agua.

Dispersión o aislamiento del combustible

Se pretende que el fuego no esté cerca de los materiales combustibles para ello se usa barreras (cortafuegos), en los incendios forestales habitualmente se usa este método.

Inhibición de la reacción en cadena

Se emplean sustancias químicas, entre ellas: extintores de halón y de polvo químico, para evitar la reacción en cadena.

2.1.10 Tipos de fuego

Desde la manera en que se manifiestan los fuegos, estos pueden clasificarse en dos grupos:

Sin llamas o de superficie

Su característica principal es la ausencia de la llama, además recibe varios nombres como: de incandescencia, superficie al rojo, brasa, etc.

De llamas

Evidencia directa de vapores de líquidos inflamables o de la combustión directa, estas pueden ser no luminosas y luminosas.

2.1.11 Agentes extintores

Estos pueden encontrarse en tres estados sólido, gaseoso y líquido. Los agentes para la extinción que más se utilizan son: espuma, anhídrido carbónico, agua y polvo químico seco.

Agua

Debido a su bajo costo y su relativa abundancia es el más utilizado como agente extintor. El de enfriamiento es la técnica de extinción de incendios comúnmente usada, esta debe estar en estado líquido a una temperatura aproximada a los 15°C, para estar idónea para este fin.

Espuma

La integran en su mayoría bolas de gas o de aire (CO_2) que se forman por películas de agua. Para que se forme la película se requiere de un agente espumante. Esta espuma tiene como objetivo convertir más liviana el agua.

Dióxido de carbono

El dióxido de carbono, (CO_2), son gases que se usan para apagar un incendio y cuenta con diversas propiedades, las cuales se detallan a continuación:

- ✓ Químicamente no reacciona, debido a que es inerte e incombustible.
- ✓ Es inodoro e incoloro.
- ✓ Para almacenarlo debe estar comprimido.
- ✓ De fácil solidificación y licuación, mediante enfriamiento y compresión. No apto para fuego clase D pues al incendiarse ciertos materiales separan el (CO_2), en sus productos básicos (oxígeno y carbono), facilitando comburente y combustible al fuego.

Polvo químico seco

Sus siglas son (PQS), combinación de sales metálicas pulverizadas finamente. Aquellos compuestos más usados son: bicarbonato potásico, fosfato armónico y bicarbonato sódico. Estos compuestos químicos no son dañinos, pero si cuenta con un mal uso puede ocasionar problemas respiratorios y de visión.

Derivados halogenados

Halogenación de hidrocarburos provenientes de los productos químicos. Antiguamente se usaba el bromuro de metilo y el tetra cloruro de carbono, actualmente, están vetados en todo el mundo por su peligrosidad. Pueden usarse en fuegos clase A (sólidos), clase B (líquidos) y clase C (gases). No conducen corriente eléctrica, son parcialmente tóxicos.

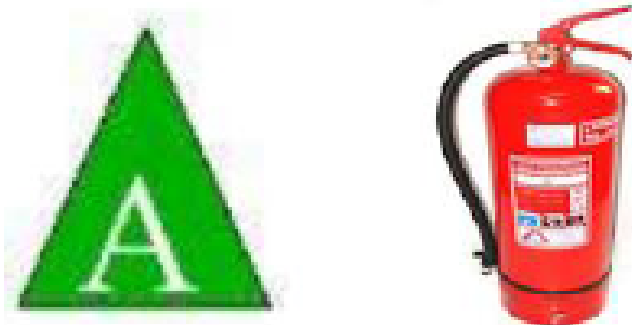
2.1.12 Tipos de extintores

Son usados para erradicar incendios de poca magnitud, y su clasificación es de acuerdo a lo que contengan en su interior. Algunos tipos de extintores se detallan a continuación.

Extintores tipo A

Son aquellos que en su interior tienen polvo químico seco o espuma y agua presurizada. Ayudan a combatir el fuego producido por los materiales orgánicos sólidos, producen brasas, dentro de estos materiales se consideran: papel, madera, telas de algodón, plástico etc. Este extintor tiene como objetivo remojar y enfriar el material para evitar que vuelva a producirse el fuego (Flor Bózquez, 2013).

Ilustración 4. "Extintor tipo A, agua presurizada, espuma o polvo químico seco".



Fuente: <http://extintoresspeed.comuf.com/extintores-portatiles-agua-presurizada-a/>

Extintores tipo B

Se refieren a aquellos que en su interior tienen dióxido de carbono, espuma, polvo químico seco, cuando son de uso múltiple y de halón; se usan durante incendios causados por sólidos o líquidos que son de fácil inflamabilidad, entre estos productos tenemos: alcohol, gasolina, cera, aguarrás, etc.

Ilustración 5. "Extintor tipo B, espuma".



Fuente: <http://rexseinca.com/productos/extintores/>

Extintores tipo C

Son aquellos que poseen dióxido de carbono en su interior, se emplean generalmente en incendios que se suscitan por los interruptores, caja de fusibles y demás herramientas eléctricas.

Generalmente se usan con poca presión los de dióxido de carbono, porque al tener mucha potencia podría esparcirse el fuego. Además, son buenos impidiendo la conducción de la electricidad.

Ilustración 6. "Extintor tipo C".



Fuente: <http://rexseinca.com/productos/extintores/>

Extintores tipo D

Son aquellos que tienen en su interior polvo seco especial que se usa en incendios relacionados con metales, que a gran temperatura arden y requieren bastante oxígeno para su combustión ya que con el agua o ciertos químicos reaccionan bruscamente.

Ilustración 7. "Extintor tipo D, polvo seco especial".



Fuente: http://www.lesspiro.com/delme_pdf.html

Extintores tipo K

Estos extintores contienen una solución a base de acetato de potasio para ser utilizados en la extinción de fuegos de aceites vegetales no saturados, requiere de un agente extintor que produzca un agente refrigerante y que reaccione con el aceite produciendo un efecto de saponificación que sella la superficie aislándola del oxígeno (mazeca Shopping, 2015).

Ilustración 8. "Extintor tipo K, solución a base de acetato de potasio".



Fuente: http://www.uriseg.cl/producto1_5_1_1.htm

2.1.13 Tipos de Rociadores

Cuando se ha determinado que una edificación estará resguardada por rociadores, se debe elegir el tipo de rociador más adecuado y esto dependerá del tipo de ocupación de dicha edificación. Los rociadores se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ Convencional.
- ✓ Residencial.
- ✓ Spray.
 - Cobertura Estándar.
 - Cobertura Extendida.

- ✓ CMSA.
- ✓ ESFR.
- ✓ Especial.

Rociador Convencional

La descarga de este tipo de rociadores estará distribuida de la siguiente manera, la mitad ira hacia el piso mientras que la diferencia ira hacia el techo. Este puede instalarse en posición montante como colgante. En sistemas actuales de la NFPA 13 no se permite su instalación.

Ilustración 9. Rociador convencional o estilo antiguo



Fuente:<http://www.contraincendio.com.ve/seleccion-y-aplicacion-de-rociadores-automaticos-parte-i/>

Rociadores residenciales

Producen bastantes gotas de agua desde medianas a pequeñas y una distribución determinada del agua. Las gotas pequeñas absorben el calor producido en los incendios residenciales. Las gotas medianas evitarán que el fuego se propague ya que pre-humedecerán los combustibles adyacentes.

Este rociador es más eficiente que uno tipo spray ya que permite operar a caudales bajos, logrando un uso eficaz del agua. Para que el desempeño de este rociador sea exitoso debe abrirse antes que el fuego se agrande, para esta razón se le adhiere un enlace de respuesta rápida al rociador.

Ilustración 10. "Rociadores residenciales".



Rociador colgante



Rociador de pared

Fuente: <http://www.contraincendio.com.ve/seleccion-y-aplicacionrociadores-automaticos-parte-i/>

NFPA 13 aprueba la instalación de rociadores en las porciones residenciales de diferentes clases de ocupaciones. Este tipo de rociadores se usan solo en sistemas húmedos, a menos que se especifique su uso para sistemas de preacción o secos.

Rociadores pulverizadores (spray)

Rociador muy conocido. Este spray descarga al piso el 100% del agua en forma de paraguas. Está diseñado para producir gotas de agua en tres rangos de tamaños diferentes con el objetivo de apagar el fuego. Estos deben instalarse de acuerdo a las especificaciones dispuestas por la NFPA 13.

Existen cuatro (4) tipos de rociadores spray, a conocer: cobertura normal – respuesta rápida, cobertura normal –

respuesta normal, cobertura extendida – respuesta rápida y cobertura extendida – respuesta normal. Cada clase presenta las modalidades pared, montantes y colgantes.

La distribución en forma de paraguas es producida por los rociadores de cobertura extendida, posee gotas de tres tamaños diferentes como el del rociador normal spray; cabe resaltar que estos amplifican su rociado sobre una superficie de mayor tamaño.

Los rociadores llamados de respuesta estándar son iguales a los rociadores de respuesta rápida, con excepción al momento de accionar su mecanismo. Otro tipo de rociadores son los de respuesta veloz ya que permiten controlar el fuego con pocos rociadores, lo que implica menos daño y uso por el agua, tuberías de menor diámetro.

Ilustración 11. Rociadores Spray



Fuente: <http://www.contraincendio.com.ve/seleccion-y-aplicacion-de-rociadores-automaticos-parte-i/>

2.1.14 Hidrantes NFPA 291

Los hidrantes son dispositivos hidráulicos de lucha contra incendios integrados principalmente por un conjunto de racores y válvulas, que estarán enlazados a la red de abastecimiento para suministrar agua a través de monitores o mangueras y usarlos en situaciones de emergencia. (Flor Bózquez, 2013).

El más popular es de clase seco ya que la base está en la válvula principal, Por debajo de la línea general de congelamiento y además entre la zapatilla y el cuerpo principal del hidrante, son muy recomendados por que resisten el congelamiento.

Otra clase es el de tipo húmedo, usado principalmente cuando no existe peligro de congelamiento de agua por el medio ambiente, este tipo de hidrante posee en cada salida una válvula tipo compresión, cabe resaltar que el agua estará hasta la válvula de salida.

Los hidrantes de tipo seco son ensamblados sobre una base de piedra o grava para evitar el congelamiento y obtener un drenaje adecuado, un hidrante se cierra a la vez que un drenaje pequeño próximo al hidrante se abre. El drenaje es cerrado cuando la válvula del hidrante se abre, esto se debe a las vueltas que deben efectuarse en la tuerca de maniobra del hidrante.

Aunque el hidrante esté conectado a la red de agua, su parte interna no posee agua. Para accionar un hidrante se debe manejar una tuerca de maniobra ubicada en la parte superior con el objetivo de que la válvula situada en la base sea abierta, la válvula y la tuerca están enlazadas por un vástago.

Las tuberías que se encuentran enterradas podrían explotar por los hidrantes si es que no se implementa seguridad por medio de las bridas. Además, los hidrantes denominados de columna seca estarán constituidos por:

Cabeza, parte fundamental del hidrante, situado en la parte superior - encima del suelo, cuenta con un mecanismo de funcionamiento y a su vez posee bocas de salida.

Cuerpo de válvula, se debe enlazar a la red principal a instalar a través de unas bridas, disponen de conexión vertical u horizontal por medio de un codo

Carrete, Parte fundamental ya que permite enlazar la cabeza junto con el cuerpo de la válvula, su función primordial es concordar el trayecto entre los elementos anteriormente mencionados.

2.1.14.1 Clasificación de los hidrantes

Según la norma NFPA 291, los hidrantes tienen la siguiente clasificación:

Clase I.- Hidrantes de 2 ½”, usados por el cuerpo de bomberos o personal preparado para el manejo de éstos. La clase I es aconsejable en instalaciones propensas a altos riesgos o casos extraordinarios.

Clase II.- Hidrantes de 1 ½”, usados por el departamento de cuerpo de bomberos o empleados del edificio con o sin previa capacitación. Este sistema es el más conocido y se implementa en ocupaciones de riesgo moderado y ligero.

Clase III.- Hidrantes a las que se conectan mangueras de 2 ½” a través de las mangueras previamente instaladas de 1 ½”, debe ser usada por personal capacitado o por el departamento de cuerpo de bomberos. El propósito de esta clase es cubrir edificaciones expuestas a riesgo desde uno alto a uno ligero.

2.1.14.2 Gasto o caudal requerido (Q)

Para clase I y III, Se necesita de un gasto 1 de 500 gpm para manejar los dos hidrantes más altos o más lejanos, el sistema debe resistir un hidrante adicional con un gasto 2 de 750 gpm (Flor Bózquez, 2013).

Para clase II.- Se necesita de un gasto 1 de 100 gpm para manejar los dos hidrantes más altos o más lejanos, el sistema debe resistir un hidrante adicional con un gasto 2 de 150 gpm (Flor Bózquez, 2013).

2.1.14.3 Presión residual clase I y III

Hay dos gastos en estas clases de presión residual: gasto 1 de 100 psi (7.03 Kg. /cm.²) y gasto 2 de 65 psi (4.57 Kg. /cm.²).

2.1.14.4 Presión residual clase II

Hay dos gastos en esta clase de presión residual: gasto 1 de 65 psi (4.57 Kg. /cm.²) y gasto 2 de 42 psi (2.95 Kg. /cm.²).

Si la estación del cuerpo de bomberos está cercana a la edificación, debe contar con un volumen de agua que abastezca el sistema instalado, por un tiempo como mínimo de una hora. El volumen de agua almacenado debe abastecer al sistema instalado durante dos horas, esto es para hidrantes y se debe realizar si es que la estación del cuerpo de bomberos más cercano este ubicado a más de 30 km.

2.1.15 Sistemas de detección y alarma contra incendios

Estos sistemas ayudan a revelar un incendio durante su etapa inicial, ayudando a minimizar pérdidas materiales en caso de producirse uno.

Las distintas clases de sensores ayudan a descubrir una tentativa de incendio por medio de las manifestaciones del fuego, tales como llama, calor, humo, entre otras. La central recepta la información y realiza las funciones establecidas conforme a un software previo. La eficiencia del montaje dependerá de cada uno de los componentes que lo integran, de la selección de los mismos y de su organización.

2.1.15.1 Componentes de un sistema de detección y alarma

Central de señalización y control

Dispositivo usado para recibir señales enviadas por pulsadores, detectores o por otros aparatos conectados, de manera que se indique de manera óptica o acústica la localización del dispositivo que se encuentre activado. Cuenta con la opción de inspeccionar toda la información necesaria para la instalación.

Ilustración 12. Central convencional



Fuente: https://www.enginyersbcn.cat/media/_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Detector de incendio

Dispositivo que cuenta con un sensor que se encarga de inspeccionar de forma constante, prefijada o por períodos de tiempo, muchos fenómenos químicos y físicos con el objetivo de que en la zona que se le ha destinado, detecté un incendio y luego envié una señal de manera automática a la central de señalización y control.

Ilustración 13. "Detector óptico analógico"



Fuente: https://www.enginyersbcn.cat/media/dis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Pulsador de alarma

Usado de manera manual para emitir una señal de alarma que de aviso del incendio a la central de señalización y control.

Ilustración 14. "Pulsador manual de alarma"



Fuente: https://www.enginyersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Dispositivo de alarma de incendio

Componente usado para emitir una señal de alarma que de aviso del incendio de manera acústica y óptica.

Ilustración 15. "Sirena de alarma con flash de interior"



Fuente: https://www.enginyersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Dispositivo de transmisión de alarmas

Permite emitir una señal de alarma contra incendio a partir de la central de señalización y control a otra central que recibirá la alarma contra incendio. Generalmente se instalan dentro de la central de señalización y control.

Ilustración 16. "Tarjeta de comunicación a CRA por línea telefónica y GRPS."



Fuente: https://www.enginyersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Fuente de alimentación

Es el que se encarga de dar energía eléctrica a la central de control y a ciertos componentes que funcionan con ella. Dentro de la central de señalización y control se localiza una de las fuentes de alimentación, aunque suelen existir fuentes adicionales de alimentación que hacen funcionar a los dispositivos restantes que conforman la instalación.

Ilustración 17. "Fuente de alimentación"



Fuente: https://www.enginyersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

2.1.15.2 Clases de detectores

Las principales clases de detectores se describen a continuación:

- ✓ Detectores de humo.
- ✓ Detectores ópticos.
- ✓ Detectores Iónicos.
- ✓ Detectores de llamas.
- ✓ Detectores de monóxido de carbono.
- ✓ Detectores de Incendio por barrera de Infrarrojos.
- ✓ Detectores de calor.

Detectores de humo

Son sensibles a los residuos que se encuentran en el aire, producidos por la pirólisis y/o combustión, debido a que detectan el fuego en su fase inicial. Las clases de detectores de humo se detallan a continuación:

Ilustración 18. "Detector de humo"



Fuente: <http://marpicsl.com/detector-de-humo-para-la-proteccion-contra-incendios/>

Detectores Ópticos

Su funcionamiento consiste en la activación de células fotoeléctricas, y puede ser mediante la absorción de luz por los humos de la combustión en la cámara de medida (oscurecimiento) o por la difusión (reflexión) de la luz en las partículas del humo de la combustión (efecto Tyndall) (Ing. Manuel Carrasco, 2016).

El humo visible los hace responder, son principalmente empleados en fuegos sin flamas y lugares limpios. Estos han logrado reemplazar a detectores iónicos.

Ilustración 19. Detector óptico de humo



Fuente: <http://www.expower.es/incendio.php?codigo=convencional-a30-xh>

Detectores Iónicos

Cuentan con dos cámaras (cámara de medida y cámara patrón) que están ionizadas por un componente radioactivo (americio 241). Cuando los residuos emanados por la combustión alteran la corriente de la cámara de medida, el detector entrará en funcionamiento. Actualmente no se los utiliza, son sensibles y eficientes para detectar humos invisibles.

Ilustración 20."Detector iónico"



Fuente: <http://www.inelar.com.ar/dia24.htm>

Detectores de llama

Este tipo de detectores son muy sensibles a la radiación producida por un incendio, fuera o dentro de la jerarquía de la visión humana. La elección se ejecuta de acuerdo a las particularidades que tiene la radiación debido al fuego, y son combinados o ultravioletas, infrarrojos lejos de la jerarquía de la visión humana.

Ilustración 21."Detector de llama"



Fuente:https://www.enginyersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Detectores de monóxido de carbono

Este detector está diseñado específicamente para activarse debido a la presencia de del gas carbonoso (CO).

Ilustración 22. "Detector de monóxido de carbono".



Fuente: <http://www.duranelectronica.com/fin-del-servicio-tecnico-y-mantenimiento-del-detector-duran-203-verde-oscuro/>

Detectores de Incendio por barrera de Infrarrojos

- ✓ Vanguardia en diseño y tecnología.
- ✓ Poco gasto de corriente.
- ✓ Examen de puesta en funcionamiento.
- ✓ Dos leds de alarma a 360°.
- ✓ Fácil limpieza e instalación.
- ✓ Sistema patrón adaptable a toda clase de centrales.

Ilustración 23. "Detector por barrera de infrarrojo".



Fuente: <https://www.calytel.com/detector-de-barrera-por-infrarrojos-cableado-3-haces-alcance-max-de-deteccion-150-450-m-c2x27000945>

Detectores de calor

Son dispositivos que tienen como función detectar el aumento de temperatura producido por el ambiente como resultado del calor que se libera durante una combustión. Existen dos clases elementales de detectores de calor:

Detectores térmicos

Este detector entra en funcionamiento una vez que la temperatura en el ambiente cambia a un valor prefijado. Su puesta en marcha consiste en la distorsión de un bimetetal por acción de la temperatura.

Ilustración 24. “Detector térmico de alta temperatura”



Fuente: https://www.enginyersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Detectores termovelocimétricos

Este tipo de detectores cumplen con la función de medir la velocidad debido al incremento de temperatura en el ambiente y que sucede en la zona vigilada.

Para su activación se relaciona el calentamiento de un lugar que cuente con inercia térmica establecida con otro lugar que no cuente con inercia térmica. Generalmente contienen aparatos de detección que tienen temperatura fija.

Ilustración 25. Detectores termovelocimétricos



Fuente: <http://www.expower.es/incendio.php?codigo=convencional-a30-xv>

2.1.15.3 Clasificación de los sistemas de detección de incendios

Sistemas manuales

Esta clase de sistema está integrada por un grupo de botones que cumplen con la función de transmitir una indicación a la central de señalización y control, y esta debe estar vigilado permanentemente, de tal manera que se identifique de forma rápida la zona donde se ha encendido un pulsador.

Las fuentes de suministro referentes al sistema manual de botones de alarma, sus especificaciones y características deben efectuar requisitos parecidos a los de las fuentes de suministro de los sistemas mecánicos de detección, logrando ser la matriz secundaria habitual para ambos sistemas.

Los botones de alarma se colocarán de manera que el trayecto máximo a seguir, desde cualquier lugar hasta llegar a un botón pulsador, no exceda los 25 metros.

Ilustración 26. "Detección manual"



Fuente: <https://es.slideshare.net/gustavospecht/sistemas-de-deteccion-y-alarma-contra-incendios>

Sistemas convencionales

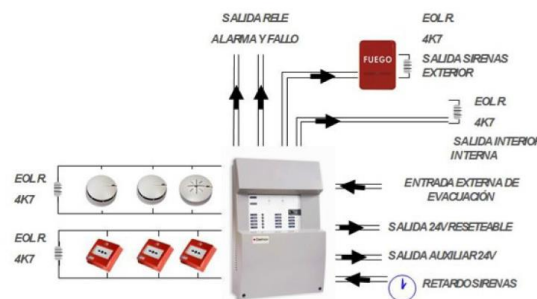
Estos sistemas se basan en procedimientos para las alarmas por áreas, además se agrupan a estas una serie de pulsadores, detectores y sirenas. Desde la central contra incendios sale una línea con dos cables (por cada una de las franjas) que circulará por todos los componentes que lo integran. En el componente final de la zona generalmente se coloca una resistencia final de línea (RFL).

El pulsador o detector es el que indica el estado de alarma o reposo y emiten un estado a la central principal de incendios a través de un nivel determinado de tensión en la línea. Cada área contará con tres leds dentro de las centrales de suministro, que se encienden de acuerdo al estado emergente. El led de color verde indica área en funcionamiento, el amarillo menciona área con avería y el rojo área en alarma. Estos sistemas tienen una desventaja que cuando entran en funcionamiento se indica toda el área, más no, el componente que lo ha ocasionado.

De acuerdo a la normativa actual, el sistema se encuentra definido a 32 componentes por zona, y el área de una zona única debe ser igual o menor a 1.600 m2.

El montaje es más económico y sencillo, apropiados para instalaciones pequeñas donde los pulsadores y/o detectores se encuentran bien delimitados y cercanos a la central de localización de incendios.

Ilustración 27. "Esquema de un sistema convencional"



Esquema de un sistema convencional

Fuente: https://www.engineersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretad_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Sistemas analógicos

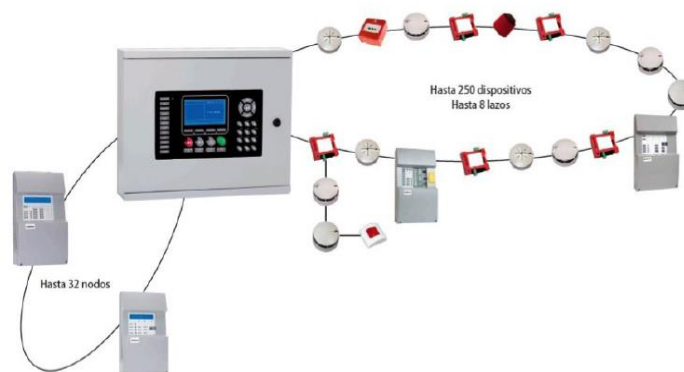
Estos sistemas están basados en evaluaciones analógicas de la situación ambiental, por tanto, se necesita de una evaluación porcentual de las situaciones de humo o temperatura exacta del ambiente resguardo respecto al tiempo.

Facilita caracterizaciones individuales de cada detector (clase de detector, estado, ubicación, valor en porcentaje de la acumulación de humos de la zona donde se encuentra – si se contara con un detector de calor se debe tener en grados centígrados la temperatura, hora y fecha de todos los incidentes, advertencias sobre mantenimiento porque el detector está sucio), así como vigilancia en tiempo real de las etapas de todas las

salidas y entradas del sistema (compuertas, electroimanes cortafuegos, etc.).

Son sistemas de dos direcciones, lo que facilita una vigilancia constante durante todo el montaje, de forma que se identifique concretamente cualquier avería, alarma, incidencia actuación. Este sistema abastece al montaje de localización de incendios de una total maleabilidad para ejecutar ampliaciones y/o modificaciones, lo que facilitará un montaje sencillo, mantenimiento fácil y económico.

Ilustración 28. "Esquema de un sistema analógico".



Fuente: https://www.engineersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Sistema de detección de gas

Elaboradas con las últimas técnicas referentes a centrales de localización de gas carbonoso por semiconductor. Brinda la probabilidad de extender de 1 a 4 zonas y manejar 14 detectores por franja, logrando cubrir un área de 17.000 m².

Ilustración 29. "Sistema de detección de gas"



Fuente: <https://www.geaquality.com/es/deteccion-de-gases>

Sistema de detección de chispa

Elaboradas con las últimas técnicas referentes a centrales de localización por chispa. Brinda la probabilidad de extender de 1 a 4 zonas y manejar 14 detectores por franja, logrando cubrir un área de 17.000 m².

Ilustración 30. "Sistema de detección de chispa"



Fuente: http://www.bsipd.com/ES/spark_detection_extinguish.html

2.2 NORMAS APLICABLES A LA REALIDAD ECUATORIANA Y A NIVEL SUDAMERICANO

Para el presente trabajo de investigación, es fundamental conocer las normas que se deben aplicar con respecto a la prevención de incendios, estas se detallan a continuación:

2.2.1 IEES

Aquellas estructuras destinadas a albergar gran cantidad de personas como: auditorios, establecimientos educativos, cines, bibliotecas, discotecas, salas de uso múltiple, estadios, clubes sociales, museos, teatros, terminales terrestres, aéreas y marinos de pasajeros, entre otras; tienen la obligación de cumplir con las medidas de protección de incendios dispuestas por el presente organismo. Y en aquellas que no se les pueda aplicar este reglamento pueden ser reemplazadas por acciones complementarias o adicionales dispuestas por el Cuerpo de Bomberos y que funcione de igual o mejor manera que la norma exigida.

Art. 136. Toda empresa que ofrezca servicio a las personas y que esté destinada a recibir gran cantidad de personas, debe disponer de un sistema de alarma contra incendio que cuente con un mecanismo de detección de calor y humo que se encienda mecánicamente, de acuerdo a lo que dispone el departamento de cuerpo de bomberos con respecto a las técnicas y mínimos requerimientos contra incendios usados para las edificaciones, asimismo las determinaciones y demás artículos que se encuentran en el Capítulo II Art. 154 del Decreto 2393, R.O. 555 del 17 XII/86.

Art. 137. Las edificaciones que estén destinados a albergar gran cantidad de personas y a la presente fecha el reglamento se encuentre en vigencia, obedecerán a lo dispuesto para actuales edificaciones en cuanto

éste sea factible, pero se mejorarán las medidas de protección opcionales exigidas por el departamento de cuerpo de bomberos.

Art. 138. Todo establecimiento donde se concentre gran cantidad de personas contará con salidas de evacuación laterales con puertas de doble batiente (hale y empuje) hacia el exterior y en un número equivalente a una puerta de 80 x 2.20 por cada 500 posibles asistentes. Tales salidas deben acabar hacia un lugar exterior abierto. Contarán con rutas de escape que sirvan de salida al público al suscitarse una emergencia, de 2.50 m de alto por 1.80 m. de ancho.

Art.139. Las puertas, ya sean de emergencia o de acceso normal deben abrirse hacia afuera de la edificación con mucha facilidad. No deben encontrarse cerrados con candados ni cadenas.

Art. 140. En la parte alta de las rutas de evacuación se impondrán letreros que indique señal de salida, esta debe ser clara para el público y debe tener contar con su luminosidad propia.

Art. 141. En los lugares visibles se impondrán letreros con la siguiente descripción: "**PROHIBIDO FUMAR**" y con una indicación de "**SALIDA**".

Art. 142. Estará prohibido guardar materiales explosivos e inflamables.

Art. 143. No deben existir obstáculos en las rutas de evacuación en caso de emergencia.

Art. 144. Las puertas del establecimiento deben encontrarse abiertas durante el transcurso que dure el espectáculo.

Art. 145. En los pasillos, escenarios y cabinas de proyección deben colocarse extintores contra incendio de acuerdo a la clase, tipo y en el número apropiado de acuerdo a cada caso determinado por el departamento de cuerpo de bombero.

Art. 146. No se debe instalar una vivienda residencial dentro de estos locales a excepción de la vivienda o caseta usada por el conserje y esta debe colocarse en la parte baja de la edificación, además de estar cercana a una salida seguida a la calle.

Art. 148. Este tipo de estructuras deben contar con teléfono con el fin de que se pueda realizar una llamada de auxilio en caso de suscitarse una emergencia.

Art. 149. En los talleres, zonas escolares, laboratorios, talleres, auditorios y cocinas, deben estar lejanos a las aulas y debe edificarse con materiales que resistan el fuego, 2 horas como mínimo.

Art. 150. Los pasillos usados para evacuación durante una emergencia no excederán los 45 m, a no ser que se cuenta con un sistema de extinción automática.

2.2.2 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

La constitución de la República del Ecuador menciona que es obligación del Estado ecuatoriano salvaguardar la vida además de disponer seguridad integral a los habitantes; así como de resguardar a las colectividades, personas y el ambiente debido a los efectos negativos ocasionados por catástrofes de origen antrópico o natural a través de la prevención debido al riesgo, reducción de desastres, recuperación, además de mejorar las

situaciones sociales, ambientales económicas, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad.

Título V: Protección colectiva - Capítulo I: Prevención de incendios: normas generales

Art.146. Corredores, pasillos, ventanas y puertas. - En los lugares de trabajo donde existan peligros de incendios de veloz propagación, deberán existir en direcciones contrarias dos puertas de salida. Además, en las puertas menos utilizadas se impondrá el letrero de salida de emergencia (Flor Bózquez, 2013).

Art. 147. Señales de salida. - Todas las ventanas, pasillos de salida y puertas exteriores deben tener señales fluorescentes o luminosas que sean durables.

Art. 148. Pararrayos. - Serán instalados de forma obligatoria, en los siguientes sitios:

- ✓ En las edificaciones donde se manipulen, fabriquen o guarden explosivos.
- ✓ En las chimeneas altas.
- ✓ En los depósitos que almacenen sustancias demasiado inflamables.
- ✓ En las edificaciones y centros de trabajo de gran altura.

Art. 150. Oxicorte o soldadura. - Los procedimientos de oxicorte o soldadura deben estar acompañados de importantes medidas de seguridad, cubriéndose o despejándose debidamente los materiales de fácil combustión que se encuentren cercanos a la zona de trabajo.

Art. 151. Manipulación de sustancias inflamables. - Se deben manejar de acuerdo a las siguientes reglas:

- ✓ Se dispondrá de protección adecuada, en los sitios donde se desprenda gran cantidad de calor producto de las reacciones químicas.
- ✓ Los productos de alta reactividad entre sí, se almacenarán correctamente separados o en locales distintos.
- ✓ Las prácticas no controladas referentes a reacciones explosivas están prohibidas.
- ✓ Está prohibido el derrame incontrolado de sustancias muy inflamables ya sean estén de conducciones privadas o públicas.
- ✓ Se tomarán las medidas necesarias de seguridad cuando suceda un derrame de sustancias muy inflamables.
- ✓ Cuando se trabaje con sustancias o líquidos de fácil inflamabilidad, no se emplear aditamentos para encender llamas ni fumar, de modo que no se produzcan chispas.

Art. 152. Residuos. - Siempre que existan residuos que ocasionen un incendio se colocarán recipientes contenedores, incombustibles y cerrados, para ubicarlos en ellos. Una vez que estos residuos reaccionen entre sí, se montarán contenedores recipientes diferentes, señalizados apropiadamente.

- ✓ Con frecuencia necesaria se vaciarán estos recipientes, conservándose en excelente estado de limpieza y conservación.

Art. 153. Adiestramiento y equipo. - Todos los obreros deben saber cómo actuar ante la posibilidad de un incendio, por tanto:

- a) Recibirán capacitación de manera adecuada.
- b) Contaran con elementos y medios de protección necesarios.

1. El material que se ocupa para controlar un incendio no deberá ser usado para otros propósitos, debe ser separado de dificultades y empleado sólo por personas que conozcan, debiendo existir una señalización adecuada de todos los instrumentos de control, con indicaciones claras de operaciones y normas a realizar.
2. En locales con alto riesgo de incendio se colocarán bocas de incendios, serán separadas en diámetro y ensamblaje con material empleado por los organismos de control de incendio del sitio donde se encuentre el local, colocándose en todo caso, de dispositivos adaptadores, en cifras suficientes y ubicados de forma clara en un lugar próximo a la boca de incendio.

Capítulo II: Instalación de detección de incendios

Art. 154. En los sitios de gran peligrosidad o alta concurrencia se colocarán sistemas de detección de incendios, la instalación mínima tendrá los siguientes dispositivos: señalización, equipo de control, fuente de abastecimiento y detectores.

Capítulo III: Instalación de extinción de incendios

Art. 155. Los siguientes dispositivos integran un sistema de extinción: hidrantes de incendios, bocas de incendio, extintores, columna seca y sistemas de extinción fijos.

Art.156. Bocas de incendio. - Deberán contar con los dispositivos necesarios para un ensamblaje efectivo, de acuerdo a las reglas internacionales que lo elaboran.

Art. 157. Hidrantes de incendios. - Cada hidrante se conectará a la red a través de una conducción individual. Contarán con válvulas de cierre de clase bola o compuesto. Se ubicarán en sitios de fácil accesibilidad y deben contar con su debida señalización.

Art.158. Columna seca. - Esta es indispensable, aunque posea una conducción generalmente vacía, empezando por la fachada de la edificación se dirigirá a través de la caja de la escalera y contará en cada planta con bocas de salida, además, la toma de alimentación en la fachada para enlazarla a un depósito que tenga equipo de bombeo ya que facilita a la conducción; el caudal de agua deber ser adecuado a la presión, mientras que la tubería será de acero.

Art. 159. Extintores móviles. - Existen diferentes clases de extintores, como se detalla a continuación:

- ✓ Extintor de espuma.
- ✓ Extintor de agua.
- ✓ Extintor de anhídrido carbónico (CO₂) (Flor Bózquez, 2013).
- ✓ Extintor de polvo (Flor Bózquez, 2013).
- ✓ Extintor específico para fugas de metales (Flor Bózquez, 2013).
- ✓ Extintor de hidrocarburos halogenados (Flor Bózquez, 2013).

Capítulo IV: Incendios - evacuación de locales.

Art. 160. Evacuación de locales.

- ✓ En locales con peligro de incendio, deberá realizarse la evacuación rápidamente.

- ✓ Todas las salidas deben estar señalizadas además se conservarán en perfecto estado, por tanto; deben estar sin obstáculos, de modo que se puedan utilizar.
- ✓ Todo trabajador debe saber dónde se encuentran las salidas disponibles de sus centros de trabajo.
- ✓ Los ascensores, montacargas y dispositivos elevadores no están consideradas como salidas de evacuación.
- ✓ La empresa formulará un plan de control y evacuación ante el riesgo de un incendio, dando a conocer a su personal en forma clara y ordenada.

Art. 161. Salidas de emergencia.

- ✓ Si las salidas usadas normalmente para evacuación, fueran pocas o algunas deben estar fuera de funcionamiento, se colocarán más salidas o sistemas emergentes de evacuación.
- ✓ Los dispositivos o puertas de cierre referente a las salidas de emergencia, tendrán que abrirse hacia el exterior y en ninguna circunstancia serán enrollables o corredizas.
- ✓ Los elementos de cierre y puertas, de cada local con peligro de incendio, contarán con un aparato interior fijo de inicio, con mando fuertemente incorporado.
- ✓ Tendrán 1.20 metros como mínimo las salidas empleadas para emergencia, éstas no deben tener obstáculos, es decir, deben mantenerse despejadas y adecuadamente señalizadas.

2.2.3 Normas INEN.

INEN 92 clasificación de los fuegos. - Esta norma cumple con la función de clasificar el fuego dependiendo de la clase de combustible que

lo origina. Esta clasificación es especialmente ventajosa para facilitar procesos en el campo de control contra incendios a través de extinguidores.

NTE INEN 440:1984 colores de identificación de tuberías. - la norma utilizada da los colores, su contenido además de su método de aplicación, deben usarse para saber qué tipo las tuberías son las que transportan fluidos durante el montaje en tierra.

INEN 731 extintores portátiles. - contiene todo lo relacionado con los tipos y definiciones referentes a los extintores portátiles.

NTE INEN 801:1987 extintores portátiles. - Requisitos principales, la referente norma contiene las exigencias que deben tener los extintores de tipo portátil. Se debe emplear esta norma para uso de los extintores, sin importar el agente de extinción que se maneje.

INEN 812 identificación de cilindros y otros recipientes que contienen agentes extintores de fuego. - La presente norma contiene los sistemas de marcado de manera que se identifiquen aquellos recipientes y cilindros que dispongan de agentes extintores de fuego.

INEN 1076 prevención de incendios. - Identificación y clasificación de sustancias riesgosas debidas al fuego, esta norma contiene los tipos y la técnica para reconocer sustancias riesgosas por la presencia del fuego, se describe en tres aspectos principales:

- ✓ Riesgo de inestabilidad (reactividad).
- ✓ Riesgo en la salud.
- ✓ Riesgo por la combustibilidad.

2.2.4 Normas NFPA.

NFPA 10 extintores. - Las disposiciones referentes a esta norma están orientadas a la instalación, selección, mantenimiento y ensayos de equipos portátiles de extinción.

NFPA 13 sistemas de rociadores automáticos.- Esta norma facilita los parámetros necesarios para la instalación y diseño de sistema contra incendio de rociadores, además de sistema de rociadores para resguardo contra el estallido del fuego; agregando el carácter y adecuación de fuentes de suministro de agua además de la elección de tuberías, rociadores, válvulas, y todos los accesorios y materiales (Flor Bózquez, 2013).

NFPA 14 Instalación de mangueras y del sistema de tubería vertical.
- Esta norma que contiene los requisitos necesarios para la disposición de mangueras y sistemas verticales de tuberías.

NFPA 20 Bombas contra incendio. - Norma aplicada a la disposición de bombas de tipo estacionarias contra incendios, además trata sobre la elección de bombas que abastecen de agua generalmente a sistemas privados contra incendio.

NFPA 170 símbolos de seguridad contra el fuego. – Ayuda a reconocer los principales símbolos que se emplean para seguridad relacionada con el fuego, así como sus riesgos implícitos. La intención de esta norma consiste en dar a conocer los símbolos representativos cuando se trate de peligro relacionado con el fuego.

NFPA 291 clasificación de hidrantes. - Esta norma contiene los tipos de hidrantes considerando el nivel riesgo: alto, moderado o ligero. (Flor Bózquez, 2013).

Clase I y III para hidrantes de 2 ½”. - Usados por personal capacitado del departamento de cuerpo de bomberos.

Clase II para hidrantes de 1 ½”. - Usados por personal del cuerpo de bombero como empleados de una edificación que tengan o no preparación en el uso de este tipo de equipos.

NFPA 704 Tipos de productos químicos. - Trata sobre el diamante del fuego, usado para advertir de los peligros presentes en los materiales de alto riesgo.

NFPA 2001 sistemas de extinción de incendios especiales. - Detalla las exigencias para la instalación, mantenimiento y diseño de los sistemas de extinción de incendios a través de agentes limpios. Se denominan agentes limpios a los agentes gaseosos extintores debido a que no dejan partículas ni conducen electricidad.

CAPÍTULO III

3. TEATRO "UPSE"

3.1 Ubicación del teatro

El Teatro Universitario, se ubica en la provincia de Santa Elena, cantón La Libertad, frente a la vía principal La Libertad - Santa Elena. Específicamente en los predios de la UNIVERSIDAD PENÍNSULA SANTA ELENA "U.P.S.E".

Ilustración 31. "Predios de la UPSE donde se situaría el teatro"



Fuente: Google Earth

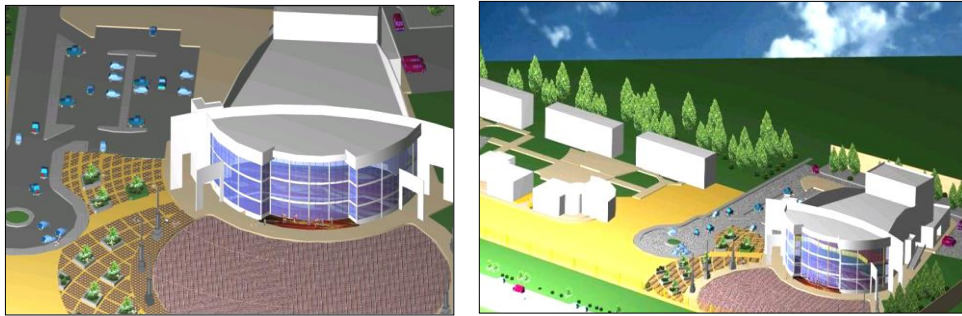
3.2 Zonas que conforman el teatro

Plaza

Se forja como una continuidad de la zona interna de la propia edificación, tanto en lo funcional, espacial como en lo visual. La continuación espacial responde a la parte frontal de cristal que crea la apariencia de encontrarse adentro de la edificación.

Tendrá una plaza con un área de 2497m², se emplea cuando necesita realizar eventos al aire libre, como una extensión adicional del edificio.

Ilustración 32. "Plazoleta Central"



Fuente: Tomado del plano arquitectónico realizado por el Arq. Raúl Meza Marino

Vestíbulo

El vestíbulo primordial es el lugar de recepción y repartición de la edificación. Las dos extensas zonas que lo hacen limitar corresponden a graderíos y sala de exhibiciones. Su área es de 350 m² y ayudará a realizar exposiciones pequeñas.

Ilustración 33. "Vestíbulo"

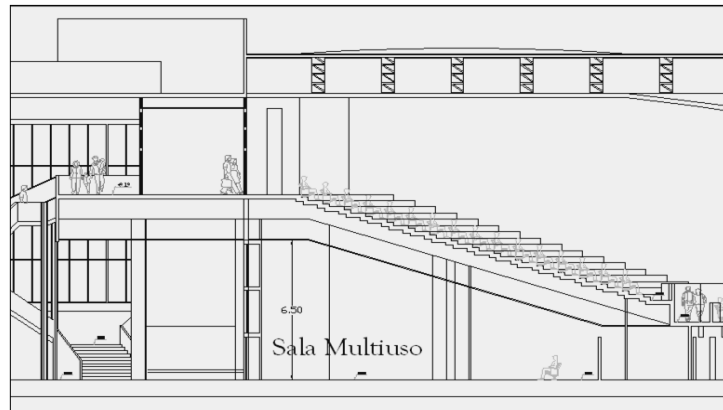


Fuente: Tomado del plano arquitectónico realizado por el Arq. Raúl Meza Marino

Salón Multiusos

Tiene un área de 516m² y asombrará por su extensión, y por la característica de su forma. La cubierta estará inclinada y tapizada de madera, ésta contrasta con el tono negro del suelo, y las paredes claras al igual que el cristal, dejando a la vista el vestíbulo.

Ilustración 34. "Salón Multiuso".



Fuente: Tomado del plano arquitectónico realizado por el Arq. Raúl Meza Marino

Bar Cafetería

Se sitúa en 77m², usando sólo 40m² para atención al público, ocupará rincones de la edificación, logrando un lugar luminoso con ostentosas a la plaza y edificaciones aledañas. El bar-Cafetería, podrá atender hasta 30 clientes. Para reuniones con más cantidad de clientes, se usará la sala más extensa como es el salón multiusos que se transformará como comedor.

Ilustración 35. "Bar Cafetería"



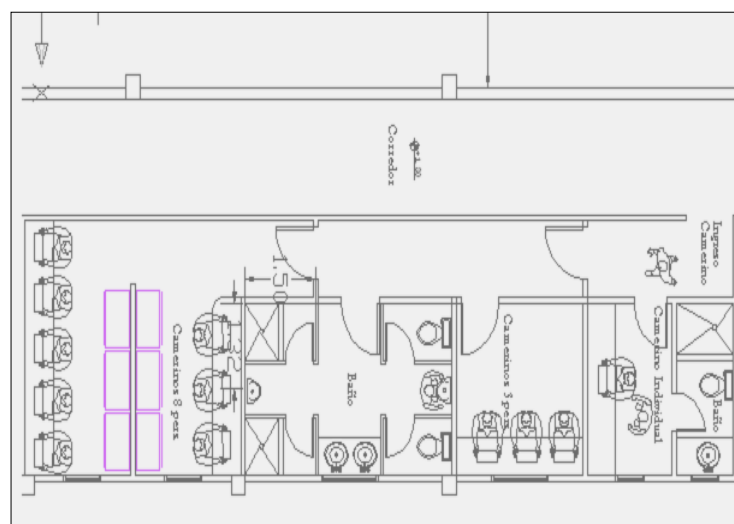
Fuente: Tomado de la planta arquitectónica realizada por el Arq. Raúl Meza Marino

Camerinos

Situado al lado Sur del teatro con área de 267 m², posee dos entradas: la principal que será de carga con un movimiento longitudinal, cuyo lugar se podrá almacenar y la segunda entrada está integrada por tres bodegas que abarcan 69m², sitios para depósitos, utilería, audio, iluminación y elementos varios, la sección para almacenar es inmediata a la zona de carga y descarga situadas en el lado Oeste.

La sala de espera tendrá una dimensión de 40m², tanto para camerinos como para escenario, servicios higiénicos para mujer y hombre, usado para invitados y personal propio del área. El desarrollo de los camerinos tendrá una dimensión de 61m², compuesto por dos camerinos colectivos para 3 y 8 personas, y un camerino individual. El área destinada a baterías sanitarias para camerinos, contará con 2 lavamanos, 2 duchas, 2 inodoros tanto para mujeres y hombres. Camerino individual, con su respectivo baño.

Ilustración 36." Camerinos".

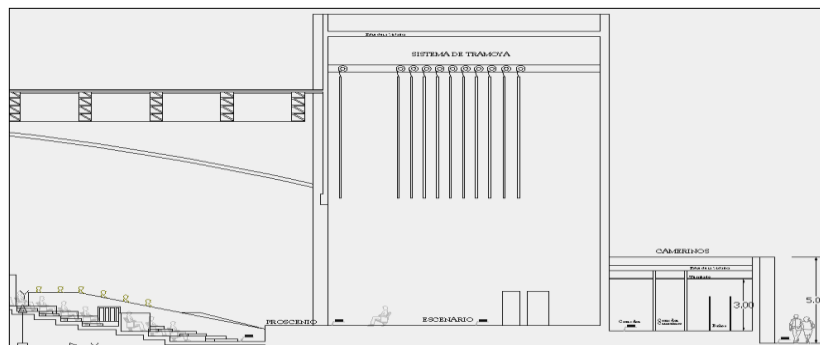


Fuente: Tomado de la planta arquitectónica realizada por el Arq. Raúl Meza Marino.

Escenario

Esta área tendrá la capacidad para un sistema de tramoyas medianas de 12m de profundidad x 15m de ancho, arrojando 180m². Posee un desnivel adecuado para una mejor isóptica, tendrá dos escaleras que van a la sala y al proscenio, cuenta con dos hombros de 6.00mts, en lo referente a la caja del escenario para el sistema de tramoya tiene una altura de 20.00mts.

Ilustración 37. "Escenario"



Fuente: Tomado de la planta arquitectónica realizada por el Arq. Raúl Meza Marino.

Aforo

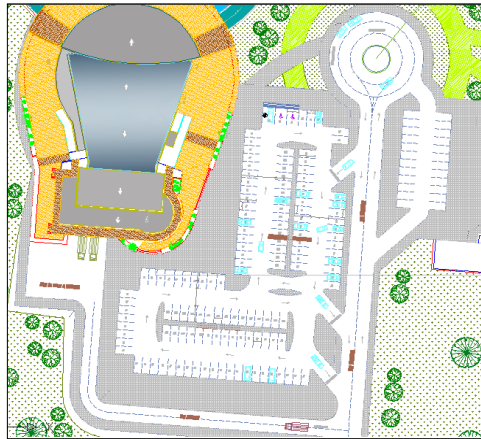
Posee 1.015 localidades, que se distribuyen de la siguiente manera: 784 asientos de general y 231 asientos de anfiteatro.

Vías – parque

El lugar destinado a parqueos permanentes se sitúa junto a la vía que tiene doble sentido, que cuenta con un retorno, los parqueaderos se desenvuelven longitudinalmente en doble sentido, de modo que existen 134 parqueos, desarrollados a 90°.

Se diseñaron las barreras arquitectónicas consideradas en la zona de parqueos permanente; 3 parqueos para discapacitados con ubicación y dimensión que recomiendan las normas. Existen parqueos para vehículos que se situarán de manera temporal, para albergar 16 parqueos, situados alrededor del redondel.

Ilustración 38. "Vías -parque"



Fuente: Tomado de la planta arquitectónica realizada por el Arq. Raúl Meza Marino

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGÍA

Para lograr favorablemente el objetivo de la presente tesis, se realizó un trabajo organizado acorde a tres pasos significativos, estos son: análisis, Investigación y propuesta.

4.1 Necesidad social

En Ecuador en épocas remotas, no existían edificaciones que disponían de sistemas de protección contra incendio. Trayendo consigo grandes consecuencias como pérdidas humanas y materiales. Si bien es cierto, en la actualidad existen aún sitios clandestinos que albergan gran cantidad de personas y no cuentan con estos sistemas, pero son muy pocos; ya que existen normas nacionales como internacionales que imponen sanciones a este tipo de sitios. Por tal razón el “teatro UPSE” contará con un sistema de extinción, detección y alarma contra incendio.

4.2 Enfoque Legal

El presente proyecto se realizará en base a las leyes y reglamentos dispuestos a nivel nacional como internacional imponiendo requisitos mínimos para la instalación de este tipo de sistemas contra incendio.

4.3 Recopilación y revisión de información

Se recolectó documentación bibliográfica de libros, tesis, artículos, estudios previos realizados en casos análogos y de teatros, facilitando el argumento científico y analítico del presente tema.

4.4 Visitas.

Se ejecutaron visitas a teatros y edificaciones que albergan gran cantidad de personas para verificar los sistemas de protección contra incendios que ellos disponen.

4.5 Enfoque práctico

Consultas y entrevistas a expertos en materia de seguridad: ingenieros encargados del área de seguridad en teatros, cuerpos de bomberos, docentes universitarios, diseñadores de sistemas contra incendio.

4.6 Selección de proyectos análogos

Los análisis de proyectos análogos permitieron comprobar que beneficios han recibido las empresas grandes que han implementado estos sistemas que combaten los incendios.

4.7 Formulación de la idea

En lo anteriormente mencionado se puede entender la importancia de proteger la vida de asistentes y trabajadores que harán uso a futuro de un teatro.

CAPÍTULO V

5. CÁLCULO, SELECCIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ROCIADORES CONTRA INCENDIO

5.1 Criterios para diseñar y seleccionar un sistema de rociadores

5.1.1 Determinar el tipo y sistema de configuración

El diseñador tendrá el criterio de elegir la mejor configuración con respecto al sistema de tuberías de rociadores, basados en la geometría y especificaciones del edificio. Lo que se busca es una mejor eficiencia durante la entrega de agua a los rociadores. La configuración básica de sistema de rociadores está dividida en tres clases básicas:

- ✓ Sistemas tipo Árbol.
- ✓ Sistemas tipo Anillo.
- ✓ Sistemas tipo Parrilla.

5.1.1.1 Sistemas tipo árbol

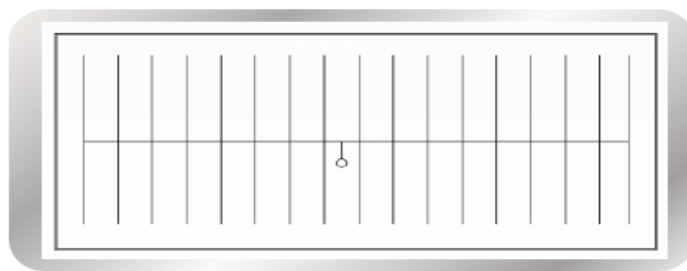
Sistema más conocido de mayor tradición, consiste en una tubería de mayor diámetro (cabezal) que abastece a muchas tuberías de menor diámetro, las mismas que se ramifican apartadas de él.

Existen 4 clases de sistemas tipo árbol, sólo difieren por la posición del cabezal y la del alimentador principal; A continuación, se describe los sistemas tipo árbol en orden de eficiencia de mayor a menor:

Alimentador Centro-Centro

El cabezal se ubica en el centro del sistema por lo que ofrece mayor eficiencia y el alimentador abastece por el cabezal del centro. El agua recorrerá la mitad en los dos casos, hasta alcanzar el ramal y rociador más lejano desde el alimentador o riser.

Ilustración 39. “Alimentador centro-centro”

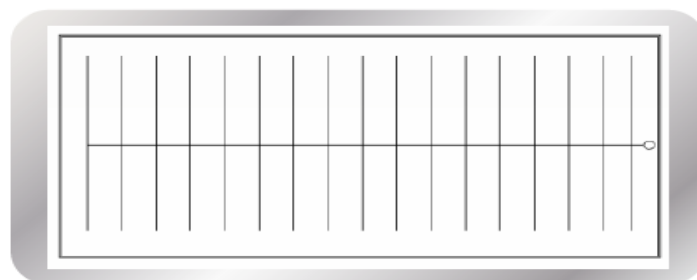


Fuente: Tomado de Global Mechanical “Configuración de sistemas. En línea de (<http://www.globalmechanical.com.mx/web/boletines/boletin33.pdf>)

Alimentador Centro-Extremo

El cabezal se ubica en el centro del sistema y el alimentador abastece por el cabezal del extremo. El agua recorrerá todo el cabezal, de modo que llegue al ramal y rociador más lejano, por este motivo que es menos eficiente que el primero.

Ilustración 40. “Alimentador centro-extremo”

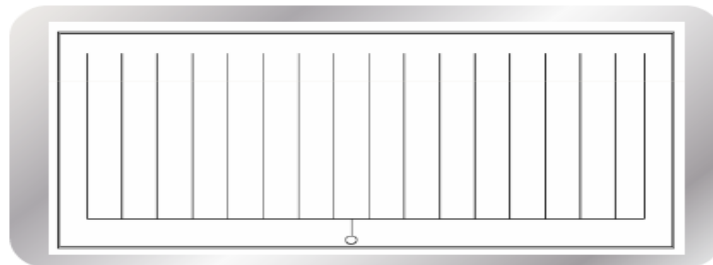


Fuente: Tomado de Global Mechanical “Configuración de sistemas. En línea de (<http://www.globalmechanical.com.mx/web/boletines/boletin33.pdf>)

Alimentador Lado-Centro

Es el tercero más conocido dentro del sistema tipo árbol, el cabezal está a un costado/lado del sistema y el alimentador suministrará por el centro del cabezal. Hasta llegar al ramal más remoto; el agua avanzará hasta el centro del cabezal, pero esto no implica una mayor eficiencia como el segundo, porque el agua tendrá que recorrer toda la distancia del ramal hasta el último rociador.

Ilustración 41. “Alimentador lado-centro”

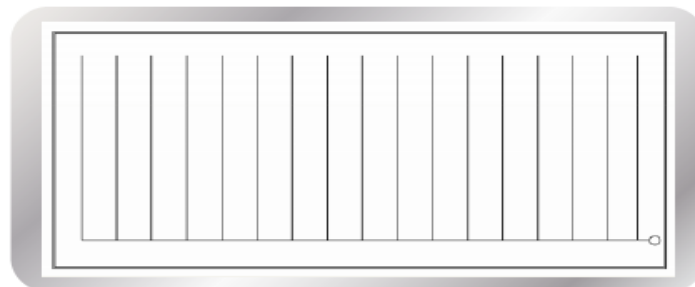


Fuente: Tomado de Global Mechanical “Configuración de sistemas. En línea de (<http://www.globalmechanical.com.mx/web/boletines/boletin33.pdf>)

Alimentador Lado-Extremo

Es el cuarto más conocido dentro del sistema tipo árbol, el cabezal está ubicado a un costado/lado del sistema y por un extremo del cabezal el alimentador podrá suministrar. Este tipo es menos eficiente que el tercero, hasta alcanzar el ramal más remoto con su respectivo rociador, el agua deberá circular toda la distancia del cabezal.

Ilustración 42. “Alimentador lado-extremo”



Fuente: Tomado de Global Mechanical “Configuración de sistemas. En línea de (<http://www.globalmechanical.com.mx/web/boletines/boletin33.pdf>)

Este sistema tipo árbol es tradicional, ya que el agua corre de manera fácil y rápida en las tuberías lo que facilita el buen desempeño de los rociadores, además su instalación es sencilla, esto hace que se ahorre dinero en el proyecto.

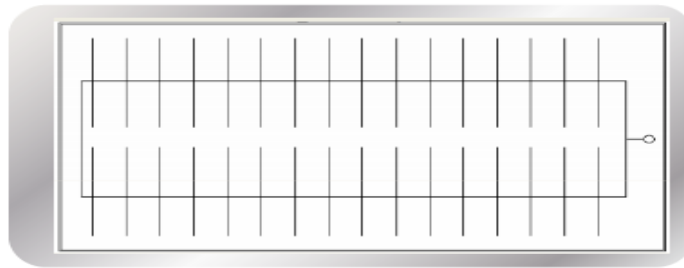
Dentro de estos sistemas, la cantidad necesaria de agua para disipar un incendio recorrerá un mismo camino a través de los ramales, es decir, las líneas secundarias. En conclusión, a mayor cantidad de agua que se mueva a través de un tubo se tendrá alta fricción, y para que exista esto, se necesitará mayor presión para hacer circular el agua dentro de las tuberías. Esto implicaría aumentar diámetros de tubería, por lo que se aconseja revisar presión de la bomba, lo que elevaría el costo de la instalación, etc.

5.1.1.2 Sistema tipo anillo

El sistema tipo anillo es más conveniente que el sistema anterior, debido que el agua tendrá más de un camino para poder llegar al rociador. Se denomina así, porque el agua tomará más de un camino hasta llegar al rociador remoto. La ventaja es que por las tuberías se moverán pequeñas cantidades de agua haciendo más eficiente este sistema. Sus características son las siguientes:

- ✓ Conexión en ambos extremos por medio de un cabezal.
- ✓ El alimentador se puede conectar al cabezal en cualquier punto alrededor de éste.
- ✓ Los ramales no están unidos entre sí, tienen la figura como un sistema tipo árbol.
- ✓ Se usan generalmente en sistemas de tipo seco y húmedo.

Ilustración 43. “Sistema tipo anillo”



Fuente: Tomado de Global Mechanical “Configuración de sistemas. En línea de (<http://www.globalmechanical.com.mx/web/boletines/boletin33.pdf>)

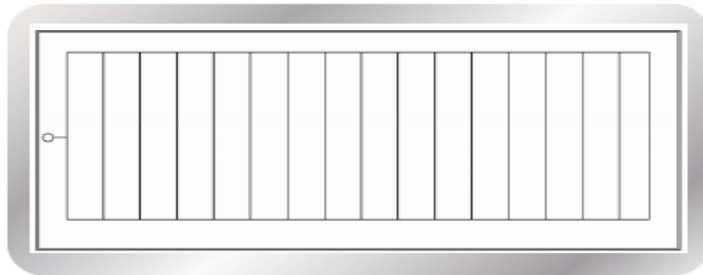
5.1.1.3 Sistema tipo parrilla

Ofrecen alta eficiencia durante la circulación del agua al sistema de rociadores. Esto se debe a la configuración del sistema aprovechando los caminos que dispone para llevar agua hasta el último rociador.

Los cabezales están unidos por medio de ramales que lo auxilian; al llevar agua por medio de cada ramal al rociador más lejano del sistema, dando como resultado menos pérdidas de fricción que cualquier otro tipo de sistema. Sus características son las siguientes:

- ✓ Es el sistema que garantiza mayor eficiencia durante el funcionamiento del sistema de rociadores.
- ✓ Dispone de cabezales paralelos enlazados a través de ramales.
- ✓ Sistema con mayor complejidad en su configuración.
- ✓ Se usa en grandes sistemas (ramales de 1200-in o mayores).
- ✓ Sistema que permite economizar en la instalación, materiales, entre otros.

Ilustración 44. “Sistema tipo parrilla”



Fuente: Tomado de Global Mechanical “Configuración de sistemas. En línea de (<http://www.globalmechanical.com.mx/web/boletines/boletin33.pdf>)

5.2 Determinación del riesgo por el nivel de ocupación de acuerdo a la NFPA 13

Para tener mayor detalle ver la tabla N° 1. De acuerdo a la normativa NFPA 13 se tiene la siguiente clasificación

5.2.1 Ocupación de Riesgo Leve

Se definen como las ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se tienen incendios con pocos índices de liberación de calor (Carlos Galván, 2014).

5.2.2 Ocupación de Riesgo Ordinario

- ✓ **Riesgo Ordinario (Grupo 1):** Se definen como las ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde los índices de combustibilidad son baja o moderada, estas cantidades almacenadas no superan los 8 pies (2.4 m), y debido al bajo índice de liberación de calor se tienen incendios moderados.

- ✓ **Riesgo Ordinario (Grupo 2):** Los contenidos de combustibilidad vienen en una escala de moderada a alta, las cantidades almacenadas con índices de liberación de calor moderado no superaran los 12 pies (3.66 m), y las cantidades almacenadas con

índices de liberación de calor elevado no elevado no superan los 8 pies (2.4 m) (Carlos Galván, 2014).

5.2.3 Ocupación de Riesgo Extra.

- ✓ **Ocupación de Riesgo Extra (Grupo 1):** Se definen como ocupaciones o parte de ciertas ocupaciones donde los contenidos de combustibilidad son altos y por lo general tienen pelusas, polvos u otros materiales, siendo estos los responsables que se produzca un incendio con gran índice de liberación de calor, pero con poco o ningún líquido combustible inflamable.
- ✓ **Ocupación de Riesgo Extra (Grupo 2):** Se definen como las ocupaciones o parte de otras ocupaciones con cantidades desde moderadas hasta considerables líquidos inflamables, u ocupaciones donde la cantidad de combustibles protegidos es extensa (Carlos Galván, 2014).

5.3 Determinación del área protegida por cada rociador

De acuerdo a la normativa NFPA 13 se cuenta con un rango máximo permitido para las áreas a proteger de acuerdo al nivel de ocupación, entre ellos: Riesgo Ordinario y Leve, el área máxima a proteger es de 52000 ft² (aproximadamente 4831 m²), mientras que para un Riesgo Extra su área limite es de 40000 ft² (aproximadamente 3717m²). El área máxima de un rociador responde a la siguiente fórmula:

$$A = S \times L$$

A = área cubierta por el rociador en ft².

S = distancia entre rociadores sobre una misma línea, en ft (pies).

L = distancia entre ramas de rociadores.

La máxima cobertura de un rociador dependerá del tipo de riesgo y de sus especificaciones técnicas, además debe estar en concordancia con la NFPA 13, mencionando las siguientes (Jorge Perez, 2016):

225 ft² para Riesgo Ligero (Calculado Hidráulicamente)

200 ft² para Riesgo Ligero (según pipe Schedule)

168 ft² para Riesgo Ligero (en edificaciones de material combustible).

130 ft² para Riesgo Ordinario

100 ft² para Riesgo Extra (Jorge Perez, 2016).

El máximo espaciamiento permitido entre ramas de rociadores y la máxima longitud permitida entre rociadores no debe exceder de los 15 ft (aproximadamente 4.57 metros) para Riesgo Leve o Riesgo Ordinario y 12 ft (aproximadamente 3.66 metros) para Riesgo Extra.

5.4 Cálculos Hidráulicos para sistema de rociadores

5.4.1 Método de Cálculo Hidráulico para sistema de rociadores

Los pasos a seguir para realizar el cálculo hidráulico de un sistema de rociadores son:

- ✓ Selección de la Ocupancia.
- ✓ Selección de la densidad Hidráulica.
- ✓ Determinación de la Longitud del Área hidráulicamente más demandante.
- ✓ Determinar el número de rociadores a lo largo del área de diseño.
- ✓ Determinar la configuración de rociadores en el área hidráulicamente más demandante.
- ✓ Determinar de la demanda de agua que emitirá el rociador más desfavorable.

- ✓ Determinar la pérdida de fricción en cada segmento de la tubería (Jorge Perez, 2016).

5.4.1.1 Selección del área hidráulicamente más remota

Hidráulicamente la zona más rigurosa puede ser la zona más distanciada geográficamente, esta zona posee una longitud directa desde el sistema principal de rociadores a lo más grande que se refiere al montante. En pocas ocasiones el lugar más desfavorable no es lugar más distante.

Por ejemplo, considerando el caso extremo de un sistema con rociadores que resguarda una oficina está distanciada 6000 ft del sistema de suministro, pero también debe proteger una instalación dedicada a la fabricación de papeles que está ubicada adyacente al sistema de suministro. La única manera de saber, si el área de la oficina es la zona más exigente que la fábrica de papeles, es realizando un cálculo hidráulico en ambas áreas para saber cuál es la zona más desfavorable (Jorge Perez, 2016).

5.4.1.2 Selección de Ocupancia

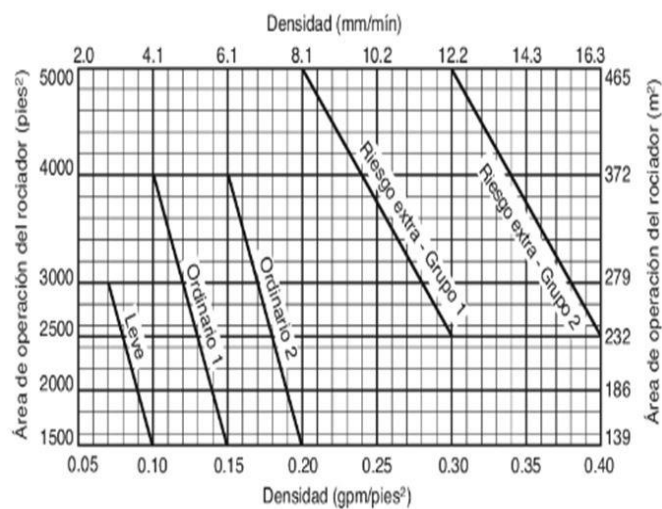
Para obtener unos cálculos confiables se debe realizar una correcta clasificación de ocupancia en base al nivel de riesgo de la estructura. El diseñador debe ser cuidadoso a la hora de realizar esta selección. El análisis minucioso de la ocupación es la más elemental e importante que debe realizar el diseñador de sistemas de protección de incendios, ya que se debe dar garantía al trabajo y que la ocupación haya sido correctamente identificada y evaluada.

5.4.1.3 Selección de densidad Hidráulica

Cuando se cuenta con el nivel de ocupación, se debe utilizar la gráfica que se muestra a debajo, donde interesa las curvas de densidad como base para los cálculos. Estas curvas se encuentran en función del área de diseño total de rociadores que estén activos y la densidad de diseño, con la densidad de diseño se refiere al porcentaje de líquido vital por pie o metro cuadrado del área más aceptable que ha sido seleccionada a través de la experiencia de profesionales, para ser más directos durante el momento e apaciguar el fuego que se ocasione en una ocupación.

La ocupación a la que será destinada una edificación influirá al elegir el área de diseño, los rociadores dentro de esta área deberán funcionar eficazmente al producirse un incendio. La curva que está en función de densidad/área se pudo realizar gracias a experiencias que se realizaron tiempo atrás, además del desempeño de rociadores para cada clase de ocupación. Mediante esta curva se observar que se tienen tres clases de riesgo entre ellos el leve, ordinario y extra además cada uno está asociado a una densidad distinta y a un nivel de peligro diferente.

Ilustración 45. "Curva Área/Densidad"



Fuente: Tomado de la Norma NFPA 13 Ed. 2013. Fig. 11.2.3.1.1

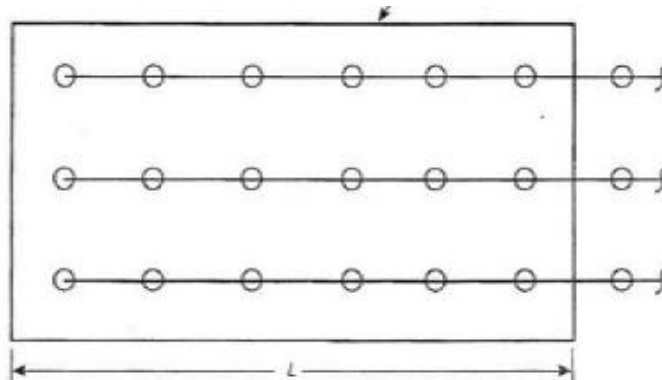
5.4.1.4 Determinación de la longitud del área de diseño

Se ha definido, a través de pruebas empíricas, que una superficie remota rectangular, que se encuentra orientada paralela a la rama de las líneas, es hidráulicamente más rigurosa que una superficie remota perfectamente cuadrada. La NFPA 13 da una formula hidráulicamente más exigentes para la capacidad del área más solicitante (Jorge Perez, 2016).

La mínima longitud del rectángulo es 1.2 veces la raíz cuadrada del área de diseño.

$$L = 1.2\sqrt{A}$$

Ilustración 46. "Longitud del área de diseño"



Fuente: NFPA 13 "Norma para la instalación de sistemas de rociadores".

5.4.1.5 Numero de rociadores a lo largo de la Longitud de Diseño

La cantidad de rociadores que se encuentra a lo extenso de la longitud del área de diseño está definida por la fracción entre la mínima longitud y la distancia especificada entre los rociadores S:

$$N_s = \frac{L_{\min}}{S}$$

Una vez que se cuenta con la longitud actual referente al área de diseño, se debe calcular el ancho de dicha zona. El área del rectángulo es el resultado del ancho y longitud, el ancho es igual a (W) (Jorge Perez, 2016):

$$W = \frac{A}{L}$$

Dónde: **A**= área de cálculo del sistema.

5.4.1.6 Mínimo flujo del rociador más crítico

El flujo del rociador más desfavorable junto con la presión asociada con este flujo se encuentra en función del área de cobertura de rociador, densidad de diseño y las tipologías de descarga del rociador. Para establecer el mínimo flujo del rociador más solicitante, se debe multiplicar el área de cobertura del rociador por la densidad de diseño (Jorge Perez, 2016).

Es necesario se verifique que la densidad del diseño sea aplicada correctamente, es recomendable utilizar el cálculo para contar con una cobertura mayor, acorde a la siguiente fórmula:

$$Q = d * A_s$$

Dónde:

d= densidad del agua.

A_s= área de descarga del rociador de mayor cobertura.

5.4.1.7 Mínima presión del rociador

El flujo en la cabeza del rociador es calculado, a través de la siguiente fórmula (Jorge Perez, 2016):

$$Q = K * \sqrt{P}$$

Dónde:

Q = Caudal.

K = Coeficiente de descarga.

P = Presión.

El rociador debe ser verificado de tal manera que cumpla con lo implícito en la normativa para que puedan ser utilizados en un sistema contra incendio, además poseen un único factor de descarga K, este debe calcularse para cada clase de rociador. Por tanto, se debe seleccionar el rociador más óptimo, para posteriormente calcular su presión. Los rociadores que tienen orificios nominales de 1/2" habitualmente tienen un K-factor en la categoría de 1.3 a 5.8.

Tabla 1 Factor de descarga del rociador.

Tomado de la norma NFPA 13 en su apartado de tablas.

| <u>Factor K nominal</u> <u>[gpm/(psi)^{0.5}]</u> | <u>Factor K nominal</u> <u>[lpm/(bar)^{0.5}]</u> | <u>Rango del factor K</u> <u>[gpm/(psi)^{0.5}]</u> | <u>Porcentaje de flujo respecto a K=5.6</u> |
|---|---|---|---|
| 1.4 | 20 | 1.3 - 1.5 | 25 |
| 1.9 | 27 | 1.8 - 2.0 | 33.3 |
| 2.8 | 40 | 2.6 - 2.9 | 50 |
| 4.2 | 60 | 4.0 - 4.4 | 75 |
| 5.6 | 80 | 5.3 - 5.8 | 100 |
| 8 | 115 | 7.4 - 8.2 | 140 |
| 11.2 | 160 | 10.7 - 11.7 | 200 |
| 14 | 200 | 13.5 - 14.5 | 250 |
| 16.8 | 240 | 16.0 - 17.6 | 300 |
| 19.6 | 280 | 18.6 - 20.6 | 350 |
| 22.4 | 320 | 21.3 - 23.5 | 400 |
| 25.2 | 360 | 23.9 - 26.5 | 450 |
| 28 | 400 | 26.6 - 29.4 | 500 |

5.4.1.8 Determinación de la pérdida por fricción

La pérdida de presión por medio de los sistemas de tubería es prevista empleando la Formula de Hazen – Williams:

Para el sistema inglés:

$$P_f = \frac{4.52(Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

Para el sistema internacional de unidades (sistema métrico):

$$P_f = \frac{605000(Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

Dónde:

P_f = Pérdida de fricción en psi/pies².

Q = Flujo de agua en gpm.

d = Diámetro interno de la tubería en pulgadas.

C = Coeficiente adimensional.

5.4.1.9 Mangueras Contra Incendio

La demanda de agua ocupada por las mangueras debe ser añadida al cálculo del sistema hidráulico. La NFPA 13 destina un mínimo requerimiento de 100 gpm para flujo de agua en mangueras destinadas para ocupaciones de riesgo ligero o leve, 250 gpm para riesgo ordinario y 500 gpm para ocupaciones de riesgo extra. Para los sistemas que poseen conexiones de mangueras dentro de edificaciones, se requiere adicionar 50 gpm por cada salida de válvulas en el punto de conexión, hasta llegar a los 100 gpm para el caso de mangueras internas, el flujo sobrante debe adicionarse en el cálculo hidráulico y en el hidrante más cercano a la construcción (Jorge Perez, 2016).

5.5 Diseño del sistema de rociadores.

Para el presente diseño de rociadores se elegirá el área que presenta mayor riesgo dentro del Teatro Universitario "UPSE", debido a su altura de 14 m y su ubicación distante de la bomba principal se optó por el escenario, por ello se realizará el cálculo con 12 rociadores dentro de esta área, para verificar el requerimiento de presión y caudal, a continuación, se muestran los cálculos realizados siguiendo como referencia la normativa NFPA:

Tipo de Ocupación: Escenario.

Tipo de Riesgo: Ordinario Grupo II.

Tipo de Sistema: Húmedo.

Área de Diseño Mínima: 1500 ft².

Densidad de diseño: 0.20 gpm/ft²

Flujo mínimo de agua por ambiente: $0.20 * 1500 = 300$ gpm.

Flujo mínimo de agua por gabinete: 100 gpm.

Flujo de agua total del sistema: $300 + 100 = 400$ gpm.

Tiempo de Operación del sistema: 90 minutos.

Volumen total de agua requerido: $400 * 90 = 36000$ gal = 136.12 m³

En vista al resultado obtenido anteriormente se necesita de una cisterna con una reserva de 189 m³ de dimensiones (9.0 x 7.0 x 3.0) m, de modo que abastezca con 136 m³ al sistema contra incendio durante un período mínimo de 90 min. y con 53 m³ al sistema de agua potable.

Dimensiones del área del escenario.

Longitud (L_t) = 26.60 m

Ancho (W) = 11.90 m

Para proseguir con los cálculos se debe consultar en las tablas de la NFPA.

Área de cobertura de rociador según norma. (A_r) = 12.08 m²

Espaciamiento entre rociadores (S_{\min}) = 2.40 m

Luego:

Determinamos el número de ramales (N_r):

$$N_r = \frac{L_t}{S_{\min}} = \frac{26.60}{2.4} = 11.083 = \mathbf{11 \text{ ramales}}$$

Distancia entre ramales actual (S_{actual}):

$$S_{\text{actual}} = \frac{L}{N_r} = \frac{26.60}{11} = \mathbf{2.40m}$$

Número de rociadores en el ramal actual (N_s):

$$N_s = \frac{A_r}{S_{\text{actual}}} = \frac{12.08}{2.40} = \mathbf{5.03 = 5 \text{ rociadores}}$$

Distancia entre rociadores en el ramal actual (D_r):

$$D_r = \frac{W}{N_s} = \frac{11.90}{5} = \mathbf{2.38 = 2.4 \text{ m}}$$

Número total de rociadores en el escenario = $N_r * N_s = 11 * 5 = 55$ unidades.

También se deben realizar los cálculos para el ambiente: Escenario ya que es el área más distante del cuarto de bombas.

Dimensiones del área del escenario.

Longitud (L_t) = 26.60 m

Ancho (W) = 11.90 m

Determinamos la longitud del área de diseño (L_{\min}):

$$L_{\min} = 1.2\sqrt{A}$$

A = Área total de diseño, (A = 3000 ft² = 278.709 m²)

$$L_{\min} = 1.2\sqrt{278.709} = 20.033 \text{ m}$$

$$L_t = 26.60 \text{ m}$$

Se escoge el original L_t , para proseguir con los cálculos.

Número de rociadores a lo largo de la longitud de diseño (N_s):

$$N_s = \frac{L_t}{s_{\min}} = \frac{26.60}{2.40} = 11.083 = \mathbf{11 \text{ rociadores.}}$$

$$L_{\text{act}} = N_s * s_{\min}$$

$$L_{\text{act}} = 11 * 2.40 = 26.40 \text{ m}$$

Configuración de rociadores en el área de diseño.

$$W_1 = \frac{A}{L_t} = \frac{278.709}{26.60} = 10.478 \text{ m}$$

$$A_d = L_t * W_1 = 26.60 * 10.478 = 278.709 \text{ m}^2$$

Especificación técnica del rociador usado para el área el escenario.

Nombre del rociador = VK592 (Respuesta Estándar)

Tipo de rociador = Seco colgante.

Ubicación = Escenario.

Altura máxima de almacenamiento = 10.7 m

Máxima altura techo/cubierta = 12.2 m

K: 19.6 gpm/psi^{0.5} = 280 lpm/bar^{0.5}

Tamaño de la rosca = 1 in

Presión máxima de trabajo = 175 psi = 12.1 bar

Gama de temperaturas = 74 °C (165 °F) - 100°C (212°F)



Tipo de Sistema = Tubería húmeda.

Área de cobertura máxima = 100 pie² = 9.3 m²

Área de cobertura mínima = 64 pie² = 5.8 m²

Espaciado máximo = 10 pies = 3.1 m

Espaciado mínimo = 8 pies = 2.4 m

P_{min} = 30 psi = 2.068 bar

Mínimo flujo del rociador más crítico.

$$Q = K * \sqrt{P}$$

Dónde:

K: 19.6 gpm/psi^{0.5} = 280 lpm/bar^{0.5}

P_{min} = 30 psi = 2.068 bar

$$Q = 19.6 * \sqrt{30} = 107.354 \text{ gpm} * \frac{3.78541 \text{ lpm}}{1 \text{ gpm}} = 406.377 \text{ lpm}$$

Este es el mínimo flujo requerido en el rociador más crítico.

Pérdida de presión por fricción.

Tubería de Acero. C = 120

Nodos para realizar los cálculos hidráulicos y como el punto de partida se conoce:

Caudal (Q) = 406.377 lpm.

Presión (P) = 2.068 bar

Factor de descarga = K: 19.6 gpm/psi^{0.5} = 280 lpm/bar^{0.5}

Tipo de rociador = Colgante.

Tipo de tubería = Schedule 40 (Cédula 40).

C = 120 Constante de Hazen William para tubería de acero cédula 40.

Se quiere encontrar la capacidad del equipo de bombeo a utilizar para que el sistema funcione de forma óptima para ello se calcula la pérdida de presión por fricción y por gravedad.

NODO 1.

El nodo 1 será el rociador más alejado.

En el cuello de ganso se tiene:

$$L_t = 1.50 \text{ m}$$

$$\text{Altura de elevación (h)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Accesorios} = 2 \text{ codos de } \varnothing 1.5''$$

$$\text{Codo radio largo } 90^\circ = 2 \text{ in} * \frac{\text{m}}{3.28084 \text{ in}} = 0.61 \text{ m}$$

$$\text{Longitud equivalente: } L_{\text{equiv}} = L_t + L_{\text{accesorios}} = 1.50 + 2(0.61) = 2.72 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro interno del tubo de } \varnothing 1.5'' = 1.61 \text{ in} = 40.894 \text{ mm.}$$

Luego reemplazamos los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(406.377)^{1.85}}{(120)^{1.85} (40.894)^{4.87}} = 0.0818 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

Pérdida de presión por fricción total.

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 2.72 * 0.0818 = 0.223 \text{ bar}$$

Pérdida por elevación.

$$P_{\text{elev}} = 1 \text{ mca} * \frac{1 \text{ bar}}{10.20 \text{ mca}} = 0.098 \text{ bar}$$

Presión total.

$$P_t = P + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}} = 2.068 + 0.223 + 0.098 = 2.389 \text{ bar} = 34.650 \text{ psi}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$
$$V = \frac{406.377}{3.1416 * \left(\frac{40.894}{2000}\right)^2 * 60000} = 5.157 \text{ m/s}$$

5.157 m/s < 7m/s ok

Recordemos que el valor K = 280 lpm/bar^{0.5}

Del Nodo 1 al Nodo 2.

$$P_1 = 2.389 \text{ bar}$$

$$Q_{12} = 406.377 \text{ lpm}$$

Del nodo 1 al nodo 2 no hay descarga de rociadores por lo que el caudal permanece constante y la perdida de presión solo se dará por fricción.

$$L_{12} = 2.40 \text{ m}$$

$$D_{12} = \emptyset 37.50 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 0 \text{ m}$$

Como el tramo es horizontal no se considera pérdidas por accesorios.

$$L_{\text{equiv}} = L_{12} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 2.40 \text{ m} + 0 \text{ m} = \mathbf{2.40 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\emptyset 1.5'' = \emptyset 1.61'' = 40.894 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{12})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(406.377)^{1.85}}{(120)^{1.85} (40.894)^{4.87}} = 0.0818 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 2.40 * 0.0818 = \mathbf{0.196 \text{ bar}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_2 = P_1 + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$
$$P_2 = 2.389 + 0.196 + 0 = \mathbf{2.585 \text{ bar} = 37.492 \text{ bar}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{12}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$
$$V = \frac{406.377}{\pi * \left(\frac{40.894}{2000}\right)^2 * 60000} = 5.157 \text{ m/s}$$
$$\mathbf{5.157 \text{ m/s} < 6 \text{ m/s} \quad \text{ok}}$$

Del Nodo 2 al Nodo 3.

$$P_2 = 2.585 \text{ bar}$$

$$Q_{12} = 406.377 \text{ lpm}$$

Del nodo 2 al nodo 3 no hay descarga de rociadores por lo que el caudal permanece constante y la pérdida de presión solo se dará por fricción.

$$L_{23} = 2.40 \text{ m}$$

$$D_{23} = \emptyset 50 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 0 \text{ m}$$

Cálculo del Caudal del Nodo 2 al Nodo 3.

$$Q_2 = K * \sqrt{P_2}$$
$$Q_2 = 280 * \sqrt{2.585} = \mathbf{450.182 \text{ lpm}}$$

$$Q_{23} = Q_{12} + Q_2$$

$$Q_{23} = 406.377 + 450.182 = \mathbf{856.559 \text{ lpm}}$$

Como el tramo es horizontal no se considera pérdidas por accesorios.

$$L_{\text{equiv}} = L_{23} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 2.40 \text{ m} + 0 \text{ m} = \mathbf{2.40 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\varnothing 2'' = \varnothing 2.067'' = 52.502 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{23})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(856.559)^{1.85}}{(120)^{1.85} (52.502)^{4.87}} = 0.0963 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 2.40 * 0.0963 = \mathbf{0.231 \text{ bar}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_3 = P_2 + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_3 = 2.585 + 0.231 + 0 = \mathbf{2.816 \text{ bar} = 40.843 \text{ psi}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{23}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$

$$V = \frac{856.559}{\pi * \left(\frac{52.502}{2000}\right)^2 * 60000} = 6.594 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{6.594 \text{ m/s} < 7 \text{ m/s} \quad \text{ok}}$$

Del Nodo 3 al Nodo 4.

$$P_3 = 2.816 \text{ bar}$$

$$Q_{23} = 856.559 \text{ lpm}$$

Del nodo 3 al nodo 4 no hay descarga de rociadores por lo que el caudal permanece constante y la pérdida de presión solo se dará por fricción.

$$L_{34} = 2.40 \text{ m}$$

$$D_{34} = \emptyset 75 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 0 \text{ m}$$

Cálculo del Caudal del Nodo 3 al Nodo 4.

$$Q_3 = K * \sqrt{P_3}$$

$$Q_3 = 280 * \sqrt{2.816} = 469.866 \text{ lpm}$$

$$Q_{34} = Q_{23} + Q_3$$

$$Q_{34} = 856.559 + 469.866 = 1326.425 \text{ lpm}$$

Como el tramo es horizontal no se considera pérdidas por accesorios.

$$L_{\text{equiv}} = L_{34} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 2.40 \text{ m} + 0 \text{ m} = 2.40 \text{ m}$$

Diámetro interno del tubo de $\emptyset 3'' = \emptyset 3.068'' = 77.927 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{34})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(1326.425)^{1.85}}{(120)^{1.85} (77.927)^{4.87}} = 0.0316 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{f\text{total}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 2.40 * 0.0316 = 0.0758 \text{ bar}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_4 = P_3 + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_4 = 2.816 + 0.0760 + 0 = \mathbf{2.892 \text{ bar} = 41.945 \text{ psi}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{34}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$
$$V = \frac{1326.425}{\pi * \left(\frac{77.927}{2000}\right)^2 * 60000} = 4.635 \text{ m/s}$$
$$\mathbf{4.635 \text{ m/s} < 7\text{m/s} \quad \text{ok}}$$

Del Nodo 4 al Nodo 5.

$$P_4 = 2.892 \text{ bar}$$

$$Q_{34} = 1326.425 \text{ lpm}$$

Del nodo 4 al nodo 5 no hay descarga de rociadores por lo que el caudal permanece constante y la pérdida de presión solo se dará por fricción.

$$L_{45} = 2.40 \text{ m}$$

$$D_{45} = \emptyset 75 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 0 \text{ m}$$

Cálculo del Caudal del Nodo 4 al Nodo 5.

$$Q_4 = K * \sqrt{P_4}$$

$$Q_4 = 280 * \sqrt{2.892} = \mathbf{476.165 \text{ lpm}}$$

$$Q_{45} = Q_{34} + Q_4$$

$$Q_{45} = 1326.425 + 476.165 = \mathbf{1802.59 \text{ lpm}}$$

Como el tramo es horizontal no se considera pérdidas por accesorios.

$$L_{\text{equiv}} = L_{45} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 2.40 \text{ m} + 0 \text{ m} = \mathbf{2.40 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\varnothing 3'' = 3.068'' = 77.927 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{45})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(1802.59)^{1.85}}{(120)^{1.85} (77.927)^{4.87}} = 0.0557 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 2.40 * 0.0557 = \mathbf{0.134 \text{ bar}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_5 = P_4 + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_5 = 2.892 + 0.134 + 0 = \mathbf{3.026 \text{ bar} = 43.888 \text{ psi}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{45}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$

$$V = \frac{1802.59}{\pi * \left(\frac{77.927}{2000}\right)^2 * 60000} = 6.30 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{6.30 \text{ m/s} < 7 \text{ m/s} \quad \text{ok}}$$

Del Nodo 5 al Nodo 6.

$$P_5 = 3.026 \text{ bar}$$

$$Q_{45} = 1802.59 \text{ lt/min}$$

$$L_{56} = 0.88 \text{ m}$$

$$D_{56} = \emptyset 100 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 6.096 \text{ m}$$

Para calcular la Longitud L_{56} , se debe aplicar la siguiente formula

$$L_{56} = W_1 - ((N_s - 1)(D_r))$$

$$L_{56} = 10.478 - ((5 - 1)(2.40)) = 0.88 \text{ m}$$

Cálculo del Caudal del Nodo 5 al Nodo 6.

$$Q_5 = K * \sqrt{P_5}$$

$$Q_5 = 280 * \sqrt{3.026} = 487.071 \text{ lpm}$$

$$Q_{56} = Q_{45} + Q_5$$

$$Q_{56} = 1802.59 + 487.071 = 2289.661 \text{ lpm}$$

Como al final del tramo hay un cambio de dirección de flujo se considera el accesorio como una t de menor diámetro. Tee $\emptyset 4'' = 20 \text{ pie} = 6.096 \text{ m}$

$$L_{\text{equiv}} = L_{56} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 0.88 \text{ m} + 6.096 \text{ m} = 6.976 \text{ m}$$

Diámetro interno del tubo de $\emptyset 4'' = \emptyset 4.026'' = 102.260 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{56})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(2289.661)^{1.85}}{(120)^{1.85} (102.260)^{4.87}} = 0.0231 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 6.976 * 0.0231 = 0.161 \text{ bar}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_6 = P_5 + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_6 = 3.026 + 0.161 + 0 = \mathbf{3.187 \text{ bar} = 46.224 \text{ psi}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{56}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$

$$V = \frac{2289.661}{\pi * \left(\frac{102.260}{2000}\right)^2 * 60000} = 4.646 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{4.646 \text{ m/s} < 7\text{m/s} \quad \text{ok}}$$

Cálculo de un nuevo valor de K

$$K_2 = \frac{Q_{56}}{\sqrt{P_6}} = \frac{2289.661}{\sqrt{3.187}} = \mathbf{1282.567}$$

Del Nodo 6 al Nodo 7.

$$P_6 = 3.187 \text{ bar}$$

$$Q_{56} = 2289.661 \text{ lpm}$$

$$L_{67} = 2.40 \text{ m}$$

$$D_{67} = \emptyset 100 \text{ mm}$$

Cálculo del Caudal del Nodo 6 al Nodo 7.

$$Q_6 = \mathbf{0 \text{ lpm}} \quad \text{No hay demanda de agua.}$$

$$Q_{67} = Q_{56} + Q_6$$

$$Q_{67} = 2289.661 + 0 = \mathbf{2289.661 \text{ lpm}}$$

Como el tramo es horizontal no se considera pérdidas por accesorios.

$$L_{\text{equiv}} = L_{67} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 2.40 \text{ m} + 0 \text{ m} = \mathbf{2.40 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\varnothing 4'' = \varnothing 4.026'' = 102.260 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{67})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(2289.661)^{1.85}}{(120)^{1.85} (102.260)^{4.87}} = 0.0231 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 2.40 * 0.0231 = \mathbf{0.0554 \text{ bar}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_7 = P_6 + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_7 = 3.187 + 0.0554 + 0 = \mathbf{3.242 \text{ bar} = 47.021 \text{ lpm}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{67}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$

$$V = \frac{2289.661}{\pi * \left(\frac{102.260}{2000}\right)^2 * 60000} = 4.646 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{4.646 \text{ m/s} < 7 \text{ m/s} \quad \text{ok}}$$

Del Nodo 7 al Nodo 8.

$$P_7 = 3.242 \text{ bar}$$

$$Q_{67} = 2289.661 \text{ lpm}$$

$$L_{78} = 2.40 \text{ m}$$

$$D_{78} = \varnothing 150 \text{ mm}$$

Cálculo del Caudal del Nodo 7 al Nodo 8.

$$Q_7 = K_2 * \sqrt{P_7}$$

$$Q_5 = 1282.567 * \sqrt{3.242} = \mathbf{2309.333 \text{ lpm}}$$

$$Q_{78} = Q_{67} + Q_7$$

$$Q_{78} = 2289.661 + 2309.333 = \mathbf{4598.994 \text{ lpm}}$$

Como el tramo es horizontal no se considera pérdidas por accesorios.

$$L_{\text{equiv}} = L_{78} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 2.40 \text{ m} + 0 \text{ m} = \mathbf{2.40 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\varnothing 6'' = \varnothing 6.065'' = 154.051 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{78})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(4598.994)^{1.85}}{(120)^{1.85} (154.051)^{4.87}} = 0.0114 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 2.40 * 0.0114 = \mathbf{0.0274 \text{ bar}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_8 = P_7 + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_8 = 3.242 + 0.0274 + 0 = \mathbf{3.269 \text{ bar} = 47.419 \text{ lpm}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{7-8}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$
$$V = \frac{4598.994}{\pi * \left(\frac{154.051}{2000}\right)^2 * 60000} = 4.112 \text{ m/s}$$

4.112 m/s < 7m/s ok

Del Nodo D al Nodo E.

La presión y el caudal en el nodo D serán las mismas que en el nodo 1.

$$P_D = 2.389 \text{ bar}$$

$$Q_D = 406.377 \text{ lpm}$$

$$L_{D-E} = 2.40 \text{ m}$$

$$D_{D-E} = \emptyset 75 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 0 \text{ m}$$

Cálculo del Caudal del Nodo D al Nodo E.

$$Q_{D-E} = 406.377 \text{ lpm}$$

Como al final del tramo no hay un cambio de dirección de flujo no se considera el accesorio perdida por accesorio.

$$L_{\text{equiv}} = L_{D-E} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 2.40 \text{ m} + 0 \text{ m} = \mathbf{2.40 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\emptyset 3'' = \emptyset 3.068'' = 77.927 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{D-E})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(406.377)^{1.85}}{(120)^{1.85} (77.927)^{4.87}} = 0.003542 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 2.40 * 0.003542 = \mathbf{0.00850 \text{ bar}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_E = P_D + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$
$$P_E = 2.389 + 0.00850 + 0 = \mathbf{2.397 \text{ bar}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{D-E}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$
$$V = \frac{406.377}{\pi * \left(\frac{77.927}{2000}\right)^2 * 60000} = 1.42 \text{ m/s}$$
$$\mathbf{1.42 \text{ m/s} < 7\text{m/s} \quad \text{ok}}$$

Del Nodo E al Nodo 8.

$$P_E = 2.397 \text{ bar}$$

$$Q_{D-E} = 406.377 \text{ lpm}$$

$$L_{E-8} = 2.40 \text{ m}$$

$$D_{E-8} = \emptyset 100 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 6.096 \text{ m}$$

Cálculo del Caudal del Nodo E al Nodo 8.

$$Q_E = K * \sqrt{P_E}$$
$$Q_E = 280 * \sqrt{2.397} = \mathbf{433.503 \text{ lpm}}$$

$$Q_{E-8} = Q_{D-E} + Q_E$$
$$Q_{E-8} = 406.377 + 433.503 = \mathbf{839.88 \text{ lpm}}$$

Como al final del tramo hay un cambio de dirección de flujo se considera el accesorio como una t de menor diámetro. **Tee Ø 4" = 20 pie = 6.096 m**

$$L_{\text{equiv}} = L_{E-8} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 0.88 \text{ m} + 6.096 \text{ m} = \mathbf{6.976 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\emptyset 4'' = \emptyset 4.026'' = 102.260 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{E-8})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(839.88)^{1.85}}{(120)^{1.85} (102.260)^{4.87}} = 0.003612 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 6.976 * 0.003612 = \mathbf{0.0252 \text{ bar}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_8 = P_E + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_8 = 2.397 + 0.0252 + 0 = \mathbf{2.422 \text{ bar}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{E-8}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$

$$V = \frac{839.88}{\pi * \left(\frac{102.260}{2000}\right)^2 * 60000} = 1.70 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{1.70 \text{ m/s} < 7\text{m/s} \quad \text{ok}}$$

Se continuará con la presión mayor. $P_8 = 3.269 \text{ bar} = 47.419 \text{ lpm}$

Del Nodo 8 al Nodo 16.

$$P_8 = 3.269 \text{ bar}$$

$$Q_{E-8} = 839.88 \text{ lpm}$$

$$L_{8-16} = 19.20 \text{ m}$$

$$D_{8-16} = \emptyset 150 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 9.144 \text{ m}$$

Cálculo del Caudal del Nodo 8 al Nodo 16.

El caudal que pasará del nodo 8 al 16 será la sumatoria del caudal Q_{67} mas el caudal Q_{E7} .

$$Q_{8-16} = Q_{E-8} + Q_{7-8}$$

$$Q_{8-16} = 839.88 + 4598.994 = 5438.874 \text{ lpm}$$

Como al final del tramo hay un cambio de dirección de flujo se considera el accesorio como una t de menor diámetro. Tee $\emptyset 6'' = 30 \text{ pie} = 9.144 \text{ m}$

$$L_{\text{equiv}} = L_{8-16} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 19.20 \text{ m} + 9.144 \text{ m} = 28.344 \text{ m}$$

Diámetro interno del tubo de $\emptyset 6'' = \emptyset 6.065'' = 154.051 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{8-16})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(5438.874)^{1.85}}{(120)^{1.85} (154.051)^{4.87}} = 0.01556 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 28.344 * 0.01556 = 0.441 \text{ bar}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_{16} = P_8 + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_{16} = 3.269 + 0.441 + 0 = 3.71 \text{ bar} = 53.81 \text{ psi}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{8-16}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$

$$V = \frac{5438.874}{\pi * \left(\frac{154.051}{2000}\right)^2 * 60000} = 4.863 \text{ m/s}$$

4.863 m/s < 7m/s ok

Del Nodo 16 al Nodo 21.

$$P_{16} = 3.71 \text{ bar}$$

$$Q_{8-16} = 5438.874 \text{ lpm}$$

$$L_{16-21} = 28.21 \text{ m}$$

$$D_{16-21} = \emptyset 150 \text{ mm}$$

$$L_{\text{accesorio}} = 9.144 \text{ m}$$

Cálculo del Caudal del Nodo 16 al Nodo 21.

El caudal que pasará del nodo 16 al 21 será el mismo que el Q_{8-16} , debido a que no se demanda más agua por rociador.

$$Q_{16-21} = 5438.874 \text{ lpm}$$

Como al final del tramo hay un cambio de dirección de flujo se considera el accesorio como una t de menor diámetro. **Tee** $\emptyset 6'' = 30 \text{ pie} = 9.144 \text{ m}$

$$L_{\text{equiv}} = L_{16-21} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 28.21 \text{ m} + 9.144 \text{ m} = \mathbf{37.354 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\emptyset 6'' = \emptyset 6.065'' = 154.051 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{16-21})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(5438.874)^{1.85}}{(120)^{1.85} (154.051)^{4.87}} = 0.0156 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{ftotal} = L_{equiv} * P_f = 37.354 * 0.0156 = \mathbf{0.581 \text{ bar}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{elev} = 0 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_{21} = P_{16} + P_{ftotal} + P_{elev}$$

$$P_{21} = \mathbf{3.71 + 0.581 + 0 = 4.291 \text{ bar} = 62.24 \text{ psi}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{16-21}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$

$$V = \frac{5438.874}{\pi * \left(\frac{154.051}{2000}\right)^2 * 60000} = 4.863 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{4.863 \text{ m/s} < 7 \text{ m/s} \quad \text{ok}}$$

Del Nodo 21 al Nodo BCI.

$$P_{21} = 4.291 \text{ bar}$$

$$Q_{21-BCI} = 5438.874 \text{ lpm}$$

$$L_{21-BCI} = 10.70 \text{ m}$$

$$D_{21-BCI} = \emptyset 150 \text{ mm}$$

Como al final del tramo hay un cambio de dirección del flujo se considera el accesorio como una t de menor diámetro, además una válvula mariposa de 6", una válvula compuerta de 6" y una válvula de retención de 6".

$$\mathbf{Tee \text{ o cruz } \emptyset 6'' = 30 \text{ pie} = 9.144 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Válvula \text{ mariposa } \emptyset 6'' = 10 \text{ pie} = 3.048 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Válvula \text{ compuerta } \emptyset 6'' = 3 \text{ pie} = 0.914 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Válvula \text{ de retención } \emptyset 6'' = 32 \text{ pie} = 9.754 \text{ m}}$$

$$L_{accesorio} = 9.144 + 3.048 + 0.914 + 9.754 = \mathbf{22.860 \text{ m}}$$

$$L_{\text{equiv}} = L_{21\text{-BCI}} + L_{\text{accesorio}}$$

$$L_{\text{equiv}} = 10.70 \text{ m} + 22.860 \text{ m} = \mathbf{33.56 \text{ m}}$$

Diámetro interno del tubo de $\varnothing 6'' = \varnothing 6.065'' = 154.051 \text{ mm}$

Luego reemplazando los valores en la siguiente ecuación:

$$P_f = \frac{605000(Q_{21\text{-BCI}})^{1.85}}{(C)^{1.85} (d)^{4.87}}$$

$$P_f = \frac{605000(5438.874)^{1.85}}{(120)^{1.85} (154.051)^{4.87}} = 0.0156 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{ftotal}} = L_{\text{equiv}} * P_f = 33.56 * 0.0156 = \mathbf{0.522 \text{ bar}}$$

$$\mathbf{1 \text{ bar} = 10.20 \text{ mca}}$$

Pérdida total por elevación:

$$P_{\text{elev}} = \frac{10.70}{10.20} = 1.049 \text{ bar}$$

Presión total:

$$P_{\text{BCI}} = P_{21} + P_{\text{ftotal}} + P_{\text{elev}}$$

$$P_{\text{BCI}} = 4.291 + 0.522 + 1.049 = \mathbf{5.862 \text{ bar} = 85.024 \text{ psi}}$$

Velocidad del flujo de agua.

$$V = \frac{Q_{21\text{BCI}}}{\pi * \left(\frac{D}{2000}\right)^2 * 60000}$$

$$V = \frac{5438.874}{\pi * \left(\frac{154.051}{2000}\right)^2 * 60000} = 4.863 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{4.863 \text{ m/s} < 6 \text{ m/s} \quad \text{ok}}$$

En vista a los cálculos realizados previamente el trazado de la tubería abarcará 5 ramales principales abiertos con una longitud total de tuberías

de 1201.73 m, de las cuales 379.50 son de Ø1", 187.20 m son de Ø1.5", 158.40 m de Ø2", 316.80 m de Ø3", 16.50 m de Ø4" y la tubería principal con 143.33 m de Ø6". En esta red de tubería está proyectado 8 gabinetes con extintores cada 30 m.

Además se deben utilizar 2 tipos diferentes de rociadores colgantes debidos a las alturas que existen entre el nivel del piso y el tumbado, el escenario cuya altura es de 13 m se utilizó un rociador $K = 280 \text{ lpm}/\text{bar}^{0.5}$ con $T=71^\circ\text{C}$ y con una presión mínima de 30 psi, mientras que para el área de 3m de altura se utilizó un rociador $K = 80 \text{ lpm}/\text{bar}^{0.5}$ con $T= 65^\circ\text{C}$ y con una presión mínima de 7 psi.

Demanda de agua para elección de la Bomba.

$$Q_{12 \text{ ROCIADORES ESCENARIO}} = 5438.874 \text{ lpm}$$

$$Q_{1\text{HIDRANTE}} = 5 \frac{\text{Lt}}{\text{s}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 300 \text{ lpm}$$

$$Q_{2\text{GABINETES}} = 100\text{gpm} (2) = 200 \text{ gpm} * \frac{4.546099266 \text{ lpm}}{\text{gpm}} = \mathbf{909.22 \text{ lpm}}$$

$$Q_{\text{REQUERIDO}} = Q_{12 \text{ ROCIADORES ESCENARIO}} + Q_{1\text{HIDRANTE}} + Q_{2\text{GABINETES}}$$

$$Q_{\text{REQUERIDO}} = 5438.874 + 300 + 909.22 = \mathbf{6648.094 \text{ lpm}}$$

Los dos hidrantes contra incendio que se usaran serán de 3 in (3 tomas), estos se ubicaran en los exteriores del Teatro "UPSE", fuera de lugares destinados al estacionamiento de vehículos y estos contarán con su debida señalética, cada hidrante dispondrá de 5L/s, estarán distanciados 60m uno del otro.

Cálculo potencia de la bomba.

Para obtener la potencia teórica del motor que será usado para el abastecimiento de agua para la red destinada al sistema de protección contra incendio, se empleará la siguiente ecuación:

$$\mathbf{BHP} = \frac{\mathbf{SG * Q_{REQUERIDO} * H}}{\mathbf{450}}$$

Dónde:

SG = Gravedad específica = 1

H = Altura en bar = 5.862 bar

Q_{REQUERIDO} = Caudal en lpm = 6648.094 lpm

BHP = Potencia teórica proporcionada al fluido en HP.

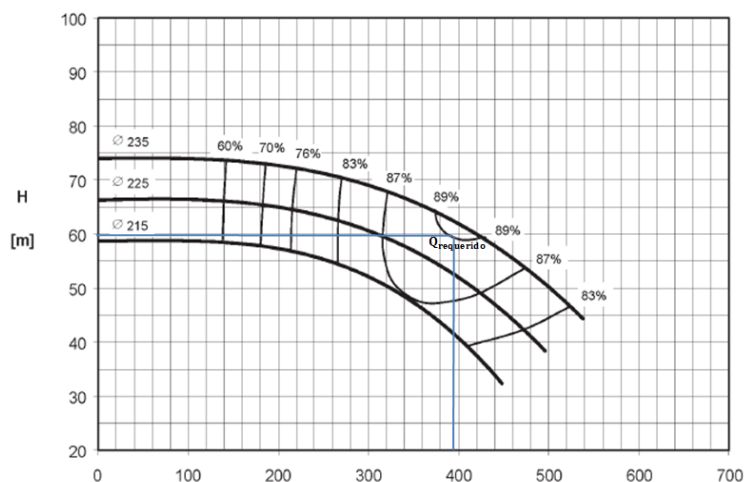
$$\mathbf{BHP} = \frac{1 * 6648.094 * 5.862}{450} = \mathbf{86.60\ HP}$$

Con los datos de caudal y presión elegimos la bomba y calculamos su potencia real, como se muestra a continuación:

Q_{REQUERIDO} = 6648.094 lpm = **398.886 m³/h**

P = 5.862 bar = **59.792 mca**

Ilustración 47 Curva de la electrobomba centrifuga principal



Fuente: Tomado del catálogo de bombas española EBARA.

El motor tiene una eficiencia del 89%.

$$P_{\text{real}} = \frac{\text{BHP}}{\%} = \frac{86.60}{0.89} = 97.30 \text{ HP} = 72.56 \text{ KW}$$

En las gráficas siguientes se visualiza la potencia real de la bomba junto con su NPSH_R mínimo para evitar la cavitación.

Datos Técnicos Electrobomba Centrifuga ENR.

Velocidad máxima: 3.600 r.p.m

Característica: líquidos Limpios.

Temperatura máxima: 120°C

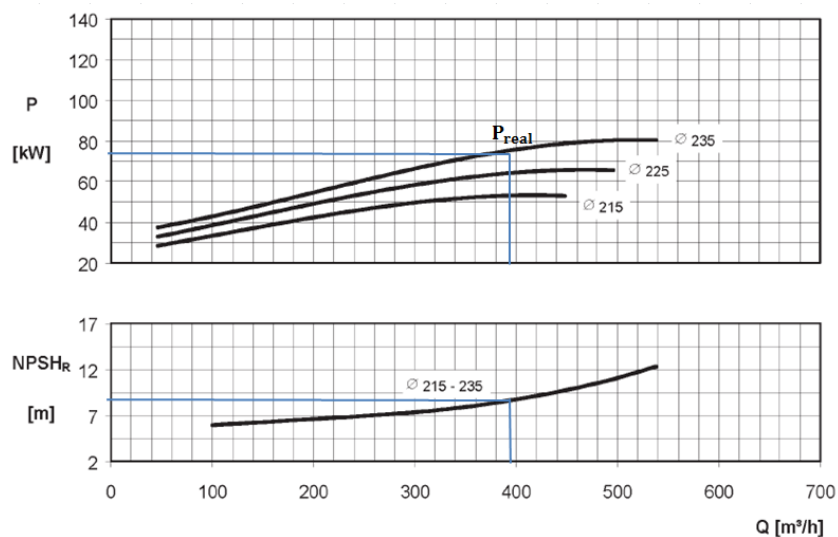
Máxima presión de trabajo: 16 bar

Tipo/Engrase: Rodamiento de bolas engrasadas de por vida.

Motor: Eléctrico, explosión, turbina de vapor.

Potencia motor: Trifásico IE2 a partir de 0.75 kW.

Ilustración 48. Potencia de la Electrobomba centrifuga Principal



Fuente: Tomado del catálogo de bombas española EBARA.

Los cálculos realizados en base a las normativas nos ayudaron a determinar que el sistema necesita una demanda de agua de 6648.094 lpm (398.886 m³/h) con una presión 5.86 bar (60 mca), para que

el sistema funcione de manera óptima se eligió una electrobomba centrífuga principal de potencia 75 KW(100.58 HP) comercial, con un caudal de operación 6666.67 lpm(400 m³/h) y una altura total dinámica (TDH) de 5.92 bar (60 mca) .

Bomba jockey

También conocidas como bombas de mantenimiento de presión, empleados en sistemas de aspersión, son de bajo costo, pero es fundamental en los sistemas de protección contra incendio por aspersión. Estas bombas tienen una capacidad entre el 1% y el 5% de la bomba principal (398.886 m³/h).

Cuando la presión del agua decrece por debajo de la presión preajustada el interruptor de presión energiza un arrancador el cual activa la bomba Jockey (Carlos Fonseca, 2012).

Esta bomba se emplea para conservar la presión del sistema, de manera que no funcionen las bombas principales, con el objetivo de reparar pequeñas fugas, como se mencionaba anteriormente su capacidad estará entre el 1% y el 5% de la capacidad nominal de la bomba principal, por tanto, el caudal demandante será de 3.99 m³/h .

La presión que debe tener la bomba Jockey debe ser 10 psi, más que la presión principal por tanto tendremos una presión de 95.024 psi.

La bomba auxiliar o Jockey seleccionada es una bomba vertical de etapas múltiples, marca Victaulic, con potencia de 2 KW(2.70 Hp) modelo e-SV, flujo nominal 113.43 lpm(6.81m³/h) y presión de operación de 6.62 bar(67.57 mca).

CAPÍTULO VI

6. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO.

| OBRA: | “ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL TEATRO UNIVERSITARIO CORRESPONDIENTE A LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA DE ACUERDO A LAS NORMAS NEC 2014 Y NFPA” | | | | | | |
|---|---|---|---------------|--------|----------|--------------------|-----------------|
| La Libertad, Mayo de 2019 | | | | | | | |
| PRESUPUESTO REFERENCIAL | | | | | | | |
| TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS | | | | | | | |
| ITEM | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN DEL RUBRO | DIAMETRO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO USD | COSTO TOTAL USD |
| SISTEMA HIDRAULICO CONTRA INCENDIOS | | | | | | | |
| | SHCI- 1 | ROCEADORES. | | | | | |
| SCI 1 | SHCI- 1.1 | COLGANTE, 1" ORIFICE, (71C) VK592. | 1/2" | u. | 217.00 | 45.88 | 9,955.96 |
| SCI 2 | SHCI- 1.2 | COLGANTE, 1" ORIFICE, (65C) VK302. | 1/2" | u. | 36.00 | 28.48 | 1,025.28 |
| | SHCI- 2 | TUBERIA NEGRA ASTM A53 o ASTM 135. | | | | | |
| SCI 3 | SHCI- 3 | TUBERÍA CEDULA 40. | 1" | mts. | 379.50 | 15.73 | 5,969.54 |
| SCI 4 | SHCI- 3 | TUBERÍA CEDULA 40. | 1 1/2" | mts. | 187.20 | 21.68 | 4,058.50 |
| SCI 5 | SHCI- 3.1 | TUBERÍA CEDULA 40. | 2" | mts. | 158.40 | 32.71 | 5,181.26 |
| SCI 6 | SHCI- 3.2 | TUBERÍA CEDULA 40. | 3" | mts. | 316.80 | 36.30 | 11,499.84 |

| | | | | | | | |
|--------|----------------|--|----------------------------|------|--------|--------|-----------|
| SCI 7 | SHCI- 3.3 | TUBERÍA CEDULA 40. | 4" | mts. | 16.50 | 64.91 | 1,071.02 |
| SCI 8 | SHCI- 3.4 | TUBERÍA CEDULA 40. | 6" | mts. | 143.33 | 82.06 | 11,761.66 |
| | SHCI- 3 | SENSORES DE FLUJO. | | | | | |
| SCI 9 | SHCI- 3.1 | SENSORES DE FLUJO. | 2 1/2" | u. | 2.00 | 322.85 | 645.70 |
| SCI 10 | SHCI- 3.2 | SENSORES DE FLUJO. | 4" | u. | 2.00 | 448.01 | 896.02 |
| SCI 11 | SHCI- 3.3 | MEDIDOR DE CAUDAL. | 4" | u. | 1.00 | 695.69 | 695.69 |
| | SHCI- 4 | VALVULAS. | | | | | |
| SCI 12 | SHCI- 4.1 | VALVULA, TT ANGULAR. | 1 1/2" | u. | 3.00 | 58.33 | 174.99 |
| SCI 13 | SHCI- 4.2 | VALVULA, GG CHECK. | 2 1/2" | u. | 3.00 | 441.71 | 1,325.13 |
| SCI 14 | SHCI- 4.3 | VALVULA, GG MARIPOSA. | 2 1/2" | u. | 3.00 | 646.47 | 1,939.41 |
| SCI 15 | SHCI- 4.4 | VALVULA, G-G MARIPOSA. | 4" | u. | 5.00 | 713.55 | 3,567.75 |
| SCI 16 | SHCI- 4.5 | VALVULA, G-G CHECK. | 4" | u. | 3.00 | 956.43 | 2,869.29 |
| SCI 17 | SHCI- 4.6 | VALVULA, TT OS&Y, 175 LB. | 1 1/4" | u. | 2.00 | 426.81 | 853.62 |
| SCI 18 | SHCI- 4.7 | VALVULA DE ALIVIO DE PRESION. | 4" | u. | 1.00 | 523.47 | 523.47 |
| SCI 19 | SHCI- 4.8 | CONO DREN CON MIRRILLA DE CRISTAL. | 4" | u. | 1.00 | 828.15 | 828.15 |
| SCI 20 | SHCI- 4.10 | VALVULA ELIMINADORA DE AIRE. | 1/2" | u. | 1.00 | 571.69 | 571.69 |
| SCI 21 | SHCI- 4.11 | VALVULA DE PRUEBA Y DRENAJE. | 1 1/2" | u. | 3.00 | 433.87 | 1,301.61 |
| | SHCI- 5 | MANOMETROS. | | | | | |
| SCI 22 | SHCI- 5.1 | MANOMETRO DE 1/4". | DIAL 4" | u. | 5.00 | 85.45 | 427.25 |
| | SHCI- 6 | GABINETES DE INCENDIOS CALSE II. | | | | | |
| SCI 23 | SHCI- 6.1 | GABINETE CON VIDRIO, DE 0.80m x 0.80m x 0.20m. INCLUYE: VALVULA ANGULAR 1 1/2 CON SISTEMA DE REDUCCIÓN DE PRESION APROBADA Y LISTADA", RACK PORTA MANGUERA, NIPPLE 1 1/2", | 0.8 x 0.8 x 0.2 mts | u. | 8.00 | 323.70 | 2589.60 |

| | | | | | | | |
|--------|-----------------|---|---------------|----|--------|--------|----------|
| | | COUPLING 1 1/2", BOQUILLA 1 1/2", EXTINTOR 10 LBS PQS. | | | | | |
| SCI 24 | SHCI- 6.3 | TOMA SIAMESA 4" x 2 1/2" x 2 1/2" | | u. | 1.00 | 306.64 | 306.64 |
| | SHCI- 7 | TAPONES HN. | | | | | |
| SCI 25 | SHCI- 7.1 | TAPON RANURADO. | 2 1/2" | u. | 2.00 | 13.44 | 26.88 |
| SCI 26 | SHCI- 7.2 | TAPON RANURADO. | 4" | u. | 1.00 | 20.84 | 20.84 |
| SCI 27 | SHCI- 7.3 | TAPON ROSCADO. | 1" | u. | 10.00 | 7.30 | 73.00 |
| SCI 28 | SHCI- 7.4 | TAPON ROSCADO. | 1 1/4" | u. | 1.00 | 8.25 | 8.25 |
| SCI 29 | SHCI- 7.5 | TAPON ROSCADO. | 1 1/2" | u. | 6.00 | 10.45 | 62.70 |
| | SHCI- 8 | ACOPLES Y UNIONES. | | | | | |
| SCI 30 | SHCI- 8.1 | ACOPLE RIGIDO RANURADO. | 2" | u. | 11.00 | 13.17 | 144.87 |
| SCI 31 | SHCI- 8.2 | ACOPLE RIGIDO RANURADO. | 2 1/2" | u. | 22.00 | 13.48 | 296.56 |
| SCI 32 | SHCI- 8.3 | ACOPLE RIGIDO RANURADO. | 4" | u. | 8.00 | 24.86 | 198.88 |
| SCI 33 | SHCI- 8.4 | ACOPLE FLEXIBLE RANURADO. | 4" | u. | 2.00 | 21.08 | 42.16 |
| SCI 34 | SHCI- 8.5 | UNION ROSCADA. | 1 1/2" | u. | 1.00 | 2.53 | 2.53 |
| SCI 35 | SHCI- 8.6 | UNION ROSCADA. | 1" | u. | 2.00 | 3.31 | 6.62 |
| SCI 36 | SHCI- 8.7 | UNION ROSCADA. | 1 1/4" | u. | 2.00 | 4.31 | 8.62 |
| SCI 37 | SHCI- 8.8 | UNION ROSCADA. | 1 1/2" | u. | 20.00 | 4.78 | 95.60 |
| | SHCI- 9 | CODOS HN. | | | | | |
| SCI 38 | SHCI- 9.1 | CODO 90 RANURADO. | 3" | u. | 2.00 | 12.82 | 25.64 |
| SCI 39 | SHCI- 9.2 | CODO 90 RANURADO. | 4" | u. | 3.00 | 31.66 | 94.98 |
| SCI 40 | SHCI- 9.3 | CODO 90 ROSCADO. | 3" | u. | 2.00 | 6.09 | 12.18 |
| SCI 41 | SHCI- 9.4 | CODO 90 ROSCADO. | 1 1/2" | u. | 506.00 | 6.40 | 3,238.40 |
| | SHCI- 10 | TEES. | | | | | |

| | | | | | | | |
|--------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|------|-------|--------|--------|
| SCI 42 | SHCI- 10.1 | TEE RANURADA. | 2 1/2" | u. | 7.00 | 14.81 | 103.67 |
| SCI 43 | SHCI- 10.2 | TEE RANURADA. | 4" | u. | 4.00 | 6.29 | 25.16 |
| SCI 44 | SHCI- 10.3 | TEE REDUCIDA RANURADA. | 2 1/2" x 2 1/2" x 2" | u. | 6.00 | 121.00 | 726.00 |
| SCI 45 | SHCI- 10.4 | TEE MECANICA SALIDA ROSCADA. | 2 1/2" X 1" | u. | 7.00 | 21.89 | 153.23 |
| SCI 46 | SHCI- 10.5 | TEE MECANICA SALIDA ROSCADA. | 2 1/2" x 1 1/2" | u. | 29.00 | 21.89 | 634.81 |
| SCI 47 | SHCI- 10.6 | TEE REDUCIDA ROSCADA. | 1" x 1" x 1/2" | u. | 35.00 | 4.15 | 145.25 |
| SCI 48 | SHCI- 10.7 | TEE REDUCIDA ROSCADA. | 1" x 1" x 1 1/2" | u. | 1.00 | 4.15 | 4.15 |
| SCI 49 | SHCI- 10.8 | TEE REDUCIDA ROSCADA. | 1 1/2" x 1 1/2" x 1" | u. | 2.00 | 5.89 | 11.78 |
| SCI 50 | SHCI- 10.9 | TEE ROSCADA. | 1" | u. | 10.00 | 2.96 | 29.60 |
| SCI 51 | SHCI- 11 | TEE ROSCADA. | 1 1/2" | u. | 8.00 | 6.62 | 52.96 |
| SCI 52 | SHCI- 11.01 | SNAP LET. | 1" x 1/2" | u. | 1.00 | 9.47 | 9.47 |
| SCI 53 | SHCI- 11.02 | SNAP LET. | 1 1/2" x 1/2" | u. | 95.00 | 9.47 | 899.65 |
| SCI 54 | SHCI- 11.03 | SNAP LET. | 1 1/2" x 1" | u. | 48.00 | 9.47 | 454.56 |
| SCI 55 | SHCI- 11.04 | SNAP LET. | 2" x 1" | u. | 39.00 | 10.54 | 411.06 |
| SCI 56 | SHCI- 11.05 | SNAP LET. | 2 1/2" x 1" | u. | 23.00 | 21.69 | 498.87 |
| SCI 57 | SHCI- 11.06 | SNAP LET. | 4" x 1 1/4" | u. | 1.00 | 49.62 | 49.62 |
| | SHCI- 11 | REDUCCIONES HN. | | | | | |
| SCI 58 | SHCI- 11.1 | REDUCCION ROSCADA. | 2 1/2" x 1 1/2" | u. | 4.00 | 12.42 | 49.68 |
| SCI 59 | SHCI- 11.2 | BUISHING ROSCADA. | 1 1/2" x 1" | u. | 10.00 | 11.76 | 117.60 |
| | SHCI- 12 | SOPORTE TIPO PERA UL/FM. | | | | | |
| SCI 60 | SHCI- 12.1 | SOPORTE TIPO PERA. | diam 1 1/2" | mts. | 10.00 | 13.31 | 133.10 |
| SCI 61 | SHCI- 12.2 | SOPORTE TIPO PERA. | diam 2" | mts. | 31.00 | 15.87 | 491.97 |

| | | | | | | | |
|--------|-----------------|--|----------------|------|--------|-----------|-----------|
| SCI 62 | SHCI- 12.3 | SOPORTE TIPO PERA. | diam 3" | mts. | 84.00 | 18.22 | 1,530.48 |
| SCI 63 | SHCI- 12.2 | SOPORTE TIPO PERA. | diam 4" | mts. | 10.00 | 22.47 | 224.70 |
| SCI 64 | SHCI- 12.3 | SOPORTE TIPO PERA. | diam 6" | mts. | 15.00 | 26.48 | 397.20 |
| SCI 65 | SHCI- 12.4 | SOPORTE TIPO PERA. | diam 8" | mts. | 6.00 | 31.15 | 186.90 |
| | SHCI- 13 | CASA DE BOMBAS. | | | | | |
| SCI 66 | SHCI- 13.1 | BOMBA ELÉCTRICA PRINCIPAL DE TURBINA ESPIRAL, 500 GPM @ 165 PSI, 100 HP, 230/3/60. TABLERO DE CONTROL. BOMBA JOCKEY, 20 GPM @ 175 PSI, 5 HP, 230/3/60. TABLERO DE CONTROL. INCLUYE ACCESORIOS. | | gl. | 1.00 | 45,500.00 | 45,500.00 |
| SCI 67 | SHCI- 13.2 | TRABAJOS COMPLEMENTARIOS Y DE OBRA CIVIL, PARA INSTALACIÓN DE BOMBA E INTERCONEXIÓN DE CISTERNA, EXCAVACIONES, RETIRO DE MATERIAL, DESALOJO, ENSAYOS. | | gl. | 1.00 | 5,309.16 | 5,309.16 |
| | SHCI- 14 | VARIOS. | | | | | |
| SCI 68 | SHCI- 14.1 | TRABAJOS COMPLEMENTARIOS Y DE OBRA CIVIL, PARA INSTALACIÓN DE GABINETES, PICADO DE PAREDES, RESANADO, PINTURA. | | gl. | 1.00 | 1,850.00 | 1,850.00 |
| SCI 69 | SHCI- 14.2 | SOPORTE EN ÁNGULO ESTRUCTURAL | | Kg. | 85.00 | 7.79 | 662.15 |
| SCI 70 | SHCI- 14.3 | PINTURA PARA TUBERÍAS CON FONDO ANTICORROSIVO Y ESMALTE. | | mts. | 774.23 | 5.67 | 4,389.88 |
| SCI 71 | SHCI- 14.4 | PRUEBAS HIDROSTÁTICAS EN TUBERÍAS. | | u. | 1.00 | 755.40 | 755.40 |
| SCI 72 | SHCI- 14.5 | GENERADOR DE 250 KVA. | | u. | 1.00 | 25,645.10 | 25,645.10 |
| SCI 73 | SHCI- 14.5 | INGENIERÍA DE DETALLE, REVISIÓN DE INSTALACIONES EXISTENTES, ELABORACIÓN DE PLANOS AS BUILT, | | gl. | 1.00 | 3,750.07 | 3,750.07 |

| | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|-------------------|
| | ELABORACIÓN DE MEMORÍAS Y DOSIER DE CALIDAD | | | | | |
| SUBTOTAL INSTALACIONES SISTEMA HIDRAULICO CONTRA INCENDIOS: | | | | | | 162,590.83 |

| CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO. | | | | | | | | |
|---|---|-----------|-----------------|------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| “ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL TEATRO UNIVERSITARIO CORRESPONDIENTE A LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA DE ACUERDO A LAS NORMAS NEC 2014 Y NFPA” | | | | | | | | |
| No. | RUBROS | UN | CANTIDAD | Precio Unitario | Precio Total | MES 1 | MES 2 | MES 3 |
| | SISTEMA HIDRAULICO CONTRA INCENDIOS. | | | | | | | |
| | ROCEADORES | | | | | | | |
| 1 | COLGANTE, 1" ORIFICE, (71C) VK592 | u. | 253.00 | 45.88 | 11,607.64 | | 5,803.82 | 5,803.82 |
| | TUBERIA NEGRA ASTM A53 o ASTM 135 | | | | | | | |
| 2 | TUBERÍA CEDULA 40 Ø1" | mts. | 379.50 | 15.73 | 5,969.54 | | 2984.77 | 2984.77 |
| 3 | TUBERÍA CEDULA 40 Ø1.5" | mts. | 187.20 | 21.68 | 4058.50 | 4058.50 | | |
| 4 | TUBERÍA CEDULA 40 Ø2" | mts. | 158.40 | 32.71 | 5,181.26 | 2,590.63 | 2,590.63 | |
| 5 | TUBERÍA CEDULA 40 Ø3" | mts. | 316.80 | 36.30 | 11,499.84 | 5,749.92 | 5,749.92 | |
| 6 | TUBERÍA CEDULA 40 Ø4" | mts. | 16.50 | 64.91 | 1,071.02 | 1,071.02 | | |
| 7 | TUBERÍA CEDULA 40 Ø6" | mts. | 143.33 | 82.06 | 11,761.66 | | 5880.83 | 5880.83 |
| | SENSORES DE FLUJO | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|----|------|--------|----------|----------|----------|--------|
| 8 | SENSORES DE FLUJO. | u. | 2.00 | 322.85 | 645.70 | | | 645.70 |
| 9 | SENSORES DE FLUJO. | u. | 2.00 | 448.01 | 896.02 | | | 896.02 |
| 10 | MEDIDOR DE CAUDAL. | u. | 1.00 | 695.69 | 695.69 | | | 695.69 |
| VALVULAS | | | | | | | | |
| 11 | VALVULA, TT ANGULAR. | u. | 3.00 | 58.33 | 174.99 | 174.99 | | |
| 12 | VALVULA, GG CHECK. | u. | 3.00 | 441.71 | 1,325.13 | 1,325.13 | | |
| 13 | VALVULA, GG MARIPOSA. | u. | 3.00 | 646.47 | 1,939.41 | 1,939.41 | | |
| 14 | VALVULA, G-G MARIPOSA. | u. | 5.00 | 713.55 | 3,567.75 | 3,567.75 | | |
| 15 | VALVULA, G-G CHECK. | u. | 3.00 | 956.43 | 2,869.29 | 2,869.29 | | |
| 16 | VALVULA, TT OS&Y, 175 LB. | u. | 2.00 | 426.81 | 853.62 | 853.62 | | |
| 17 | VALVULA DE ALIVIO DE PRESION. | u. | 1.00 | 523.47 | 523.47 | 523.47 | | |
| 18 | CONO DREN CON MIRRILLA DE CRISTAL | u. | 1.00 | 828.15 | 828.15 | 828.15 | | |
| 19 | VALVULA ELIMINADORA DE AIRE. | u. | 1.00 | 571.69 | 571.69 | 571.69 | | |
| 20 | VALVULA DE PRUEBA Y DRENAJE. | u. | 3.00 | 433.87 | 1,301.61 | 1,301.61 | | |
| MANOMETROS | | | | | | | | |
| 21 | MANOMETRO DE ¼." | u. | 5.00 | 85.45 | 427.25 | 427.25 | | |
| GABINETES DE INCENDIOS CALSE II | | | | | | | | |
| 22 | GABINETE CON VIDRIO, DE 0.80m x 0.80m x 0.20m. INCLUYE: VALVULA ANGULAR 1 1/2 CON SISTEMA DE REDUCCION DE PRESION APROBADA Y LISTADA", RACK PORTA MANGUERA, NIPPLE 1 1/2", | u. | 8.00 | 323.70 | 2,589.60 | | 2,589.60 | |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|--|----|--------|--------|----------|----------|--------|--------|
| | COUPLING 1 1/2", BOQUILLA 1 1/2", EXTINTOR 10 LBS PQS. | | | | | | | |
| 23 | TOMA SIAMESA 4" x 2 1/2" x 2 1/2". | u. | 1.00 | 306.64 | 306.64 | | | 306.64 |
| TAPONES HN | | | | | | | | |
| 24 | TAPON RANURADO. | u. | 2.00 | 13.44 | 26.88 | 26.88 | | |
| 25 | TAPON RANURADO. | u. | 1.00 | 20.84 | 20.84 | 20.84 | | |
| 26 | TAPON ROSCADO. | u. | 10.00 | 7.30 | 73.00 | | 73.00 | |
| 27 | TAPON ROSCADO. | u. | 1.00 | 8.25 | 8.25 | | 8.25 | |
| 28 | TAPON ROSCADO. | u. | 6.00 | 10.45 | 62.70 | | 62.70 | |
| ACOPLES Y UNIONES. | | | | | | | | |
| 29 | ACOPLE RIGIDO RANURADO. | u. | 11.00 | 13.17 | 144.87 | 72.44 | 72.44 | |
| 30 | ACOPLE RIGIDO RANURADO. | u. | 22.00 | 13.48 | 296.56 | 148.28 | 148.28 | |
| 31 | ACOPLE RIGIDO RANURADO. | u. | 8.00 | 24.86 | 198.88 | 99.44 | 99.44 | |
| 32 | ACOPLE FLEXIBLE RANURADO. | u. | 2.00 | 21.08 | 42.16 | | 42.16 | |
| 33 | UNION ROSCADA. | u. | 1.00 | 2.53 | 2.53 | | | 2.53 |
| 34 | UNION ROSCADA. | u. | 2.00 | 3.31 | 6.62 | | | 6.62 |
| 35 | UNION ROSCADA. | u. | 2.00 | 4.31 | 8.62 | | | 8.62 |
| 36 | UNION ROSCADA. | u. | 20.00 | 4.78 | 95.60 | | | 95.60 |
| CODOS HN. | | | | | | | | |
| 37 | CODO 90 RANURADO. | u. | 2.00 | 12.82 | 25.64 | 25.64 | | |
| 38 | CODO 90 RANURADO. | u. | 3.00 | 31.66 | 94.98 | 94.98 | | |
| 39 | CODO 90 ROSCADO. | u. | 2.00 | 6.09 | 12.18 | 12.18 | | |
| 40 | CODO 90 ROSCADO | u. | 506.00 | 6.40 | 3,238.40 | 3,238.40 | | |
| TEES | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|------|-------|--------|----------|--------|--------|--------|
| 41 | TEE RANURADA | u. | 7.00 | 14.81 | 103.67 | 51.84 | 51.84 | |
| 42 | TEE RANURADA | u. | 4.00 | 6.29 | 25.16 | 12.58 | 12.58 | |
| 43 | TEE REDUCIDA RANURADA | u. | 6.00 | 121.00 | 726.00 | 363.00 | 363.00 | |
| 44 | TEE MECANICA SALIDA ROSCADA | u. | 7.00 | 21.89 | 153.23 | 76.62 | 76.62 | |
| 45 | TEE MECANICA SALIDA ROSCADA | u. | 29.00 | 21.89 | 634.81 | 317.41 | 317.41 | |
| 46 | TEE REDUCIDA ROSCADA | u. | 35.00 | 4.15 | 145.25 | 72.63 | 72.63 | |
| 47 | TEE REDUCIDA ROSCADA | u. | 1.00 | 4.15 | 0.00 | | 0.00 | |
| 48 | TEE REDUCIDA ROSCADA | u. | 2.00 | 5.89 | 11.78 | | 11.78 | |
| 49 | TEE ROSCADA | u. | 10.00 | 2.96 | 29.60 | | 29.60 | |
| 50 | TEE ROSCADA | u. | 8.00 | 6.62 | 52.96 | | 52.96 | |
| 51 | SNAP LET | u. | 1.00 | 9.47 | 9.47 | | 9.47 | |
| 52 | SNAP LET | u. | 95.00 | 9.47 | 899.65 | | 899.65 | |
| 53 | SNAP LET | u. | 48.00 | 9.47 | 454.56 | | 454.56 | |
| 54 | SNAP LET | u. | 39.00 | 10.54 | 411.06 | | 411.06 | |
| 55 | SNAP LET | u. | 23.00 | 21.69 | 498.87 | | 498.87 | |
| 56 | SNAP LET | u. | 1.00 | 49.62 | 49.62 | | 49.62 | |
| REDUCCIONES HN | | | | | | | | |
| 57 | REDUCCION ROSCADA | u. | 4.00 | 12.42 | 49.68 | | 49.68 | |
| 58 | BUISHING ROSCADA | u. | 10.00 | 11.76 | 117.60 | | 117.60 | |
| SOPORTE TIPO PERA UL/FM | | | | | | | | |
| 59 | SOPORTE TIPO PERA | mts. | 10.00 | 13.31 | 133.10 | | | 133.10 |
| 60 | SOPORTE TIPO PERA. | mts. | 31.00 | 15.87 | 491.97 | | | 491.97 |
| 61 | SOPORTE TIPO PERA. | mts. | 84.00 | 18.22 | 1,530.48 | | 765.24 | 765.24 |
| 62 | SOPORTE TIPO PERA. | mts. | 10.00 | 22.47 | 224.70 | | 224.70 | |
| 63 | SOPORTE TIPO PERA. | mts. | 15.00 | 26.48 | 397.20 | 397.20 | | |
| 64 | SOPORTE TIPO PERA. | mts. | 6.00 | 31.15 | 186.90 | 186.90 | | |
| CASA DE BOMBAS. | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|--|------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 65 | BOMBA ELÉCTRICA PRINCIPAL DE TURBINA ESPIRAL, 500 GPM @ 165 PSI, 100 HP, 230/3/60. TABLERO DE CONTROL. BOMBA JOCKEY, 20 GPM @ 175 PSI, 5 HP, 230/3/60. TABLERO DE CONTROL. INCLUYE ACCESORIOS. | gl. | 1.00 | 45,500.00 | 45,500.00 | 15,166.67 | 15,166.67 | 15,166.67 |
| 66 | TRABAJOS COMPLEMENTARIOS Y DE OBRA CIVIL, PARA INSTALACIÓN DE BOMBA E INTERCONEXIÓN DE CISTERNA, EXCAVACIONES, RETIRO DE MATERIAL, DESALOJO, ENSAYOS. | gl. | 1.00 | 5,309.16 | 5,309.16 | 5,309.16 | | |
| VIARIOS | | | | | | | | |
| 67 | TRABAJOS COMPLEMENTARIOS Y DE OBRA CIVIL, PARA INSTALACIÓN DE GABINETES, PICADO DE PAREDES, RESANADO, PINTURA. | gl. | 1.00 | 1,850.00 | 1,850.00 | | 925.00 | 925.00 |
| 68 | SOPORTERIA EN ANGULO ESTRUCTURAL | Kg. | 85.00 | 7.79 | 662.15 | 662.15 | | |
| 69 | PINTURA PARA TUBERÍAS CON FONDO ANTICORROSIVO Y ESMALTE. | mts. | 2,675.79 | 5.67 | 15,171.73 | | | 15,171.73 |
| 70 | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN TUBERÍAS. | u. | 1.00 | 755.40 | 755.40 | | | 755.40 |

| | | | | | | | | |
|------------------------|--|-----|------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 71 | GENERADOR DE 250 KVA | u. | 1.00 | 25,645.10 | 25,645.10 | | 12,822.55 | 12,822.55 |
| 72 | INGENIERÍA DE DETALLE, REVISIÓN DE INSTALACIONES EXISTENTES, ELABORACIÓN DE PLANOS AS BUILT, ELABORACIÓN DE MEMORÍAS Y DOSIER DE CALIDAD. | gl. | 1.00 | 3,750.07 | 3,750.07 | | | 3,750.07 |
| | | | | SUBTOTAL | 162,590.83 | | | |
| VALOR PARCIAL | | | | | | 53,166.99 | 56,195.08 | 53,228.75 |
| % PARCIAL | | | | | | 32.70 | 34.56 | 32.74 |
| VALOR ACUMULADO | | | | | | 53,166.99 | 109,362.08 | 162,590.83 |
| % ACUMULADO | | | | | | 32.70 | 67.26 | 100 |

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- ✓ Los sistemas contra incendio, como lo dispone la normativa NFPA tienen como finalidad proporcionar un grado de seguridad y protección para la conservación de los espacios destinados a albergar gran cantidad de personas, sus bienes y su estructura.
- ✓ Las principales áreas que contemplara el teatro UPSE para la implementación del sistema contra incendio son: plazoleta central, vestíbulo, salón multiusos, escenario y camerinos. Eligiéndose el de mayor riesgo el escenario debido a que contiene mayor material inflamable y su distancia con respecto al cuarto de bombas.
- ✓ La visita realizada al teatro centro cívico de la ciudad de Guayaquil sirvió para corroborar visualmente la implementación del sistema contra incendio y a su vez verificar que se cumplían con las normativas nacionales como internacionales y con ello comprobamos que nuestro diseño tenía los mismos lineamientos.
- ✓ El diseño del sistema contra incendio abarca un trazado de tubería de 5 ramales principales con una longitud de tuberías de 1201.73 m. Además, se implementó 2 tipos diferentes de rociadores tipo colgante debidos a las alturas, para el escenario se utilizó un rociador $K = 280 \text{ lpm}/\text{bar}^{0.5}$ con $T=71^\circ\text{C}$, mientras que para la otra área se utilizó un rociador $K = 80 \text{ lpm}/\text{bar}^{0.5}$ con $T= 65^\circ\text{C}$. Se tiene también una cisterna de agua con una reserva de 189 m^3 de dimensiones (9.0 x 7.0 x 3.0) m. La bomba principal será una

electrobomba centrífuga principal de potencia 75 KW(100.58 HP) y la bomba de reserva será un jockey será de 2 KW(2.70 Hp).

- ✓ El costo referencial para la implementación del sistema contra incendio para el teatro UPSE es de \$162,590.83 con un tiempo estimado de 3 meses.

7.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se deben realizar mantenimientos periódicos al sistema contra incendio de acuerdo a lo estipulado en la normativa NFPA 25, para que funcione de manera óptima y eficaz
- ✓ Se debe considerar las obstrucciones dentro del área que protegen los rociadores, debido a que pueden influir en el rango de cobertura del mismo, es por ello, que deben ser colocados rociadores adicionales.
- ✓ Se debe realizar una prueba de acuerdo a la norma NFPA 13. Esta prueba se hará una vez instalados los rociadores, esto servirá para verificar que los mismos no hayan sufrido averías y se encuentren perfectamente roscados.
- ✓ Al seleccionar el tipo de rociador óptimo para su edificación, es necesario, verificar si en el catálogo tiene colocada la presión mínima, caso contrario consultar los apartados de la NFPA 13.
- ✓ Los profesionales dedicados al implemento de sistemas contra incendio deben actualizar sus conocimientos ya que las normas constantemente son actualizadas, brindando asesoría a sus clientes y a quienes realizan proyectos para ejecutarlo de manera adecuada.

BIBLIOGRAFÍA.

- Cabezas Héctor, I. C. (Enero de 2018). Pre - Diseño de la red contra incendio del edificio Alberto E. Ariza de la Universidad Santo Tomás- Facultad de Ingeniería Civil. (Colombia - Bogotá D, C) Obtenido de https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10893/2018C_astellanoshector.pdf?sequence=1
- Carlos Fonseca, A. J. (2012). Evaluación, mejoramiento y operación del sistema contra incendio del nuevo edificio de contraloría general de la República. (Lima - Perú) Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12619>
- Carlos Galván. (2014). Clasificación de las ocupaciones según NFPA 13. (Estados Unidos) Obtenido de <http://www.contraincendio.com.ve/clasificacion-de-las-ocupaciones-segun-nfpa-13/>
- Diario El Tiempo. (25 de Octubre de 2015). Incendio en el teatro Carlos Cueva. (Cuenca - Ecuador) Obtenido de <https://www.eltiempo.com.ec/noticias/sucesos/9/incendio-en-el-teatro-carlos-cueva>
- Flor Bózquez, M. Y. (2013). Diseño de un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica Ecuatoriana Adelca C.A. (Riobamba - Ecuador) Obtenido de <https://docplayer.es/12255843-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-mecanica-escuela-de-ingenieria-industrial.html>
- Ing. Manuel Carrasco, V. (Diciembre de 2016). Sistemas de detección y alarma. (España) Obtenido de https://www.enginyersbcn.cat/media/upload//arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf
- Jorge Perez, G. P. (2016). Cálculo y selección de sistemas de rociadores contra incendio. (Lima - Perú) Obtenido de https://www.academia.edu/32915147/UNIVERSIDAD_NACIONAL_MAYOR_DE_SAN_MARCOS_FACULTAD_DE_Ciencias_F%C3%82SICAS_C%C3%A1culo_y_selecci%C3%B3n_de_sistema_de_rociadores_contra_incendio_MONOGRAF%C3%8DA_Para_optar_el_T%C3%ADtulo_de_Ingeniero_Mec%C3%A1nico_de_Flu

- Laura Del Tarré Vandrell. (2011). Análisis y rediseño de los sistemas de achique y contra incendios de un yate de 43 m de eslora. España.
- Manuel Quizhpe. (24 de Octubre de 2015). Redacción de Incendio ocurrido en Teatro de la Universidad de Cuenca. (Ecuador) Obtenido de EL COMERCIO: <https://www.elcomercio.com/actualidad/cuenca-incendio-bomberos-teatro-universidadcuenca.html>
- mazeca Shopping. (10 de Noviembre de 2015). Fuegos de tipo K. (España) Obtenido de <https://mazecashopping.com/fuegos-de-tipo-k/>
- NFPA 13. (2014). Norma para la instalación de sistemas de rociadores. (Estados Unidos) Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=13>
- Periodista Manuel Vilaseró. (6 de Marzo de 2016). Redacción acerca de incendio del Liceu de Barcelona. (España.) Obtenido de elPeriódico: <https://www.elperiodico.com/es/tele/20160430/incendio-liceu-liceo-barcelona-5098531>
- Prefire Quality Innovation. (2014). Sistemas de extinción de incendios. Rociadores. (Barcelona - España.) Obtenido de <https://www.prefire.es/qds/PCI-Rociadores-QDS.pdf>
- Teatro Colón. (2014). Redacción Historica de sucesos ocurridos en el Teatro Colón. (Argentina) Obtenido de <http://www.teatrocolon.org.ar/es/historia>
- UNIVERSIA. (11 de Enero de 2012). Redacción la U de Cuenca reabre el viejo Carlos Cueva. (Cuenca - Ecuador) Obtenido de <https://noticias.universia.com.ec/en-portada/noticia/2012/01/11/904071/u-cuenca-reabre-viejo-teatro-carlos-cueva.html>
- WIKIPEDIA. (Abril de 2008). Incendio de la discoteca Factory. (Quito - Ecuador) Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Incendio_de_la_discoteca_Factory
- WIKIPEDIA. (2014). Casa de la Cultura Ecuatoriana. (Ecuador) Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Casa_de_la_Cultura_Ecuatoriana

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

NFPA = National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el fuego).

NEC = Norma Ecuatoriana de la Construcción.

IESS = Instituto Ecuatoriano del Seguro Social.

INEN = Instituto Ecuatoriano de Normas.

CO₂ = Anhídrido carbónico.

A = Área cubierta por el rociador.

S = distancia entre rociadores sobre una misma línea.

L = distancia entre ramas de rociadores.

d = densidad del agua.

A_s = área de descarga del rociador de mayor cobertura.

Q = Caudal.

K = Coeficiente de descarga O factor de descarga del rociador.

P = Presión.

L_t = Longitud total del área de diseño.

W = Ancho total del área de diseño.

A_r = Área de cobertura de rociador según norma.

S_{min} = Espaciamiento entre rociadores.

N_r = Determinamos el número de ramales.

S_{actual} = Distancia entre ramales actual.

N_s = Número de rociadores en el ramal actual.

D_r = Distancia entre rociadores en el ramal actual.

P_{min} = Potencia mínima.

C = Perdida de presión por fricción.

C40 = Tubería cedula 40.

L_{equiv} = Longitud equivalente.

L_{accesorio} = Longitud de accesorios.

P_{ftotal} = Pérdida de presión por fricción total.

P_{elev} = Perdida por elevación.

V = Velocidad del flujo de agua.

m = metros.

mm = milímetros.

m^2 = metros cuadrados.

rpm = revoluciones por minuto.

L/min = Litros minuto.

L/seg = Litros segundo.

m/s = metros sobre segundos.

bar = Columnas de agua.

Psi = Libra por pulgadas cuadradas.

gpm = Galones por minuto.

ANEXOS.

TABLAS “NFPA 13”.

Tabla 2. Área de diseño mínima.

| Clasificación de los riesgos según la ocupación. | | Área de diseño mínima para omitir la descarga de rociadores en salas pequeñas situadas en el área de diseño. | |
|--|---------------------------|--|--------|
| | | (pies2) | (m2) |
| Riesgo Leve. | Sistema de tubería húmeda | 1500 | 139.35 |
| | Sistema de tubería seca. | 1950 | 181.16 |
| Riesgo Ordinario (Grupo II). | Sistema de tubería húmeda | 1500 | 139.35 |
| | Sistema de tubería seca. | 1950 | 181.16 |
| Riesgo Extra. | Sistema de tubería húmeda | 2500 | 232.26 |
| | Sistema de tubería seca. | 3250 | 301.93 |

Tabla 3 Flujo mínimo de agua gabinetes.

| Ocupación. | Mangueras interiores. | | Total, combinado de las mangueras interiores y exteriores | | Duración (minutos) |
|------------------------------|-----------------------|-------|---|-------|--------------------|
| | gpm | L/min | gpm | L/min | |
| Riesgo leve. | 50 - | 189 - | 100 | 379 | 90 |
| | 100 | 379 | | | |
| Riesgo Ordinario (Grupo II). | 50 - | 189 - | 250 | 946 | 60 - |
| | 100 | 379 | | | |
| Riesgo Extra. | 50 - | 189 - | 500 | 1893 | 90 - |
| | 100 | 379 | | | |

Tabla 4. Área cobertura rociadores.

| Ocupación. | Área de cobertura Máxima. | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------|
| | pie2 | m2 |
| Riesgo leve. | 225.00 | 20.90 |
| Riesgo Ordinario (Grupo II). | 130.00 | 12.08 |
| | 130.00 | 12.08 |
| Riesgo Extra. | 100.00 | 9.29 |

Tabla 5. Tabla para elección del coeficiente de tubería.

| TIPO DE TUBERÍA. | C |
|--|----------|
| Asbesto cemento. | 140 |
| Policloruro de vinilo PVC | 140 |
| Acero sin costura. | 120 |
| Acero soldado en espiral. | 100 |
| Fierro fundido. | 100 |
| Fierro galvanizado. | 100 |
| Concreto. | 110 |
| Polietileno. | 140 |
| Hierro fundido nuevo con revestimiento interior de mortero. | 150 |
| Hierro fundido revestido alquitrán, con 5 años. | 120 |
| Hierro fundido tuberculizado con 20 años. | 95 |
| Concreto moldeado liso. | 120 |
| Concreto moldeado no metálico (moldes). | 110 |

Tabla 6. Tabla de densidades.

| Área de diseño rociador. (pies2) | Densidad (gpm/pies2) | | |
|--|-----------------------------|--|---|
| | Riesgo Leve | Riesgo Ordinario (Grupo I). | Riesgo Ordinario (Grupo II). |
| 1500 | 0.1 | 0.15 | 0.2 |
| 2000 | 0.09 | 0.14 | 0.19 |
| 2500 | 0.08 | 0.13 | 0.18 |
| 3000 | 0.07 | 0.12 | 0.17 |
| 4000 | ----- | 0.1 | 0.15 |

Tabla 7 Accesorios y válvulas expresadas en longitud equivalente en tuberías.

| Accesorios y válvulas. | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/4" | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | 3.5" | 4" | 5" | 6" | 8" | 10" | 12" |
|--|------|------|----|--------|--------|----|--------|----|------|----|----|----|----|-----|-----|
| Codo a 45°. | --- | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 |
| Codo estándar a 90°. | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 18 | 22 | 27 |
| Codo de giro largo a 90°. | 0.5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 8 | 9 | 13 | 16 | 18 |
| Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 25 | 30 | 35 | 50 | 60 |
| Válvula mariposa. | --- | | | | | 6 | 7 | 10 | -- | 12 | 9 | 10 | 12 | 19 | 21 |
| Válvula compuerta. | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Retención tipo charnela. | | | 5 | 7 | 9 | 11 | 14 | 16 | 19 | 22 | 27 | 32 | 45 | 55 | 65 |

Tabla 8 Diámetros nominales internos en tubería

| | 1" | 1.25" | 1.5" | 2" | 2.5" | 3" | 3.5" | 4" | 5" | 6" | 8" | 10" | 12" |
|------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| Cédula 10 | 1.09 | 1.44 | 1.68 | 2.15 | 2.63 | 3.26 | 3.76 | 4.26 | 5.29 | 6.35 | 8.24 | | |
| | | | | | | | | | | | 8.07 | | |
| Cédula 40 | 1.049 | 1.38 | 1.61 | 2.067 | 2.469 | 3.068 | 3.548 | 4.026 | 5.047 | 6.065 | 7.98 | 10.02 | 11.938 |

Tabla 9. Clasificación de la Ocupación

| Riesgo leve. | Riesgo Ordinario (Grupo I). | Riesgo Ordinario (Grupo II). | Riesgo Extra (Grupo I). | Riesgo Extra (Grupo II). |
|--|--|---|---|---|
| Iglesias. | Estacionamientos y salas de exhibición de automóviles. | Molinos cerealeros. | Hangares para aeronaves. | Saturación de asfaltos. |
| Clubes | Panaderías. | Plantas de productos químicos – ordinarias. | Áreas de utilización de fluido hidráulico combustible. | Pulverización de líquidos inflamables. |
| Centros educativos. | Fábrica de bebidas. | Productos de confitería. | Fundiciones. | Revestimiento fluido. |
| Hospitales. | Enlatadoras. | Destilerías. | Extrusión de metales. | Ensamblado de casas prefabricadas o de edificios modulares (cuando el cerramiento acabado se encuentre presente y posea interiores combustibles). |
| Centros penitenciarios. | Fabricación y procesamiento de productos lácteos. | Tintorerías. | Fabricación de madera laminada y tabla de partícula. | Templado con aceite en cuba abierta. |
| Teatros y auditorios, excluyendo los escenarios. | Plantas electrónicas. | Molinos forrajeros. | Imprentas. | Procesamiento de plástico. |
| Museos. | Fabricación de vidrios y productos de vidrio. | Escenarios. | Recuperación, composición, secado, triturado y vulcanizado de goma. | Limpieza de disolventes. |
| Asilos o casas de convalecencia. | Lavanderías. | Fábricas de productos de cuero. | Aserraderos. | Barnizado y pintado por inmersión. |

ANEXO CÁLCULOS GENERALES.

CÁLCULOS GENERALES EN EXCEL

| Rociador colgante (VK592) | |
|---------------------------|----------------------|
| K | 19.6 [gpm/(psi)^0.5] |
| | 280 [lpm/(bar)^0.5] |
| Pi | 30 Psi |
| | 2.07 Bar |

| Rociador colgante (VK302) | |
|---------------------------|----------------------|
| Kinicial | 5.6 [gpm/(psi)^0.5] |
| | 80.0 [lpm/(bar)^0.5] |
| Densidad | 0.2 gpm/pie2 |
| Área rociador | 12.1 m2 |
| Q | 26.05 gpm |
| Pi | 21.6 psi |
| | 1.49 bar |

| PRUEBA GENERAL 12 ROCIADORES POR ÁREA. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|------|--------------------------------|------|------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|--|--------------|-----|------------------|---------------------------|----------|-------|-----------|-------------|----|
| NODOS. | Ø TUBERÍAS (in) | | Ø NOMINALES INTERNOS TUBERÍAS. | | LONGITUD TUBERÍA. m | ACCESORIOS DE TUBERÍAS. | | | LONGITUD EQUIVALENTE m | COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE TUBERÍA "C" | P. ELEVACIÓN | | CAUDAL lt/min | FLUJO PASANTE (lt/min) | PRESIÓN. | | VELOCIDAD | | |
| | in. | mm. | in. Cédula 40 | mm | | CANTIDAD. | DESCRIPCIÓN | LONGITUD (m) | | | m.c.a | bar | | | bar | psi | (m/s) | ≤ (7m/s) | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO 1. | [1] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | 2.00 | Codo de giro largo a 90°. | 1.22 | 5.12 | 120.00 | 1 | 0.098 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | 5.16 | OK |
| | [2] | | | | | 1.00 | Cuello de ganso | 1.50 | 450.22 | | | | | 2.585 | | 37.50 | | | |
| | [2] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 450.22 | 856.60 | 2.585 | 37.50 | 6.59 | OK |
| | [3] | | | | | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 469.92 | 1326.52 | 2.817 | 40.85 | | | |
| | [3] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 469.92 | 1326.52 | 2.817 | 40.85 | 4.64 | OK |
| | [4] | | | | | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 476.20 | 1802.72 | 2.892 | 41.95 | | | |
| | [4] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 476.20 | 1802.72 | 2.892 | 41.95 | 6.30 | OK |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|------|--------|-------|--------|-------|------|-----------------------------------|------|-------|--------|-------|---------|---------|---------|-------|-------|------|----|
| | [5] | | | | | | | | | | | | 487.09 | | 3.026 | 43.89 | | | |
| | [5] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 0.88 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 6.10 | 6.98 | 120.00 | 0 | 0 | 487.09 | 2289.81 | 3.026 | 43.89 | | OK |
| | [6] | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.187 | 46.23 | 4.65 | | |
| | [6] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 2289.81 | 3.187 | 46.23 | | OK |
| | [7] | | | | | | | | | | | | 2309.64 | | 3.243 | 47.03 | 4.65 | | |
| | [7] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 2309.64 | 4599.45 | 3.243 | 47.03 | | OK |
| | [8] | | | | | | | | | | | | ---- | | 3.270 | 47.43 | 4.11 | | |
| | [D] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK |
| | [E] | | | | | | | | | | | | 433.55 | | 2.398 | 34.77 | 1.42 | | |
| | [E] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 0.88 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 6.10 | 6.98 | 120.00 | 0 | 0 | 406.38 | 839.93 | 2.398 | 34.77 | | OK |
| | [8] | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 2.423 | 35.14 | 1.70 | | |
| | [8] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 19.20 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 28.34 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 5439.38 | 3.270 | 47.43 | | OK |
| | [16] | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.711 | 53.83 | 4.86 | | |
| | [16] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 28.21 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 37.35 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 5439.38 | 3.711 | 53.83 | | OK |
| | [21] | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 4.293 | 62.26 | 4.86 | | |
| | [21] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 10.70 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1.00 | Válvula mariposa. | 3.05 | | | | | | | 4.293 | 62.26 | | |
| | | | | | | | 1.00 | Válvula compuerta. | 0.91 | 33.56 | 120.00 | 10.70 | 1.049 | | | | | | |
| | | | | | | | 1.00 | Retención tipo charnela. | 9.75 | | | | | | | 5.864 | 85.05 | | OK |
| | [BCJ] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TRAMO 2. | [1A] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | Codo de giro largo a 90°. | 1.22 | 5.12 | 120.00 | 1 | 0.098 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK |
| | | [2A] | | | | | | Cuello de ganso | 1.50 | | | | | 450.22 | | 2.585 | 37.50 | 5.16 | |
| | | [2A] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 3.05 | 4.05 | 120.00 | 0 | 0 | 450.22 | 856.60 | 2.585 | 37.50 | 6.59 | OK |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|--------|------|--------|-------|------|--|------|-------|--------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|------|----|
| [3A] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 2.975 | 43.15 | | |
| [3A] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 856.60 | 2.975 | 43.15 | | OK |
| [4A] | | | | | | | | | | | | | --- | | 3.009 | 43.64 | 2.99 | |
| [8A] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK |
| [7A] | | | | | | | | | | | | | 450.22 | | 2.585 | 37.50 | 5.16 | |
| [8A] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 450.22 | 856.60 | 2.585 | 37.50 | | OK |
| [7A] | | | | | | | | | | | | | 469.92 | | 2.817 | 40.85 | 6.59 | |
| [7A] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 469.92 | 1326.52 | 2.817 | 40.85 | | OK |
| [6A] | | | | | | | | | | | | | 476.20 | | 2.892 | 41.95 | 4.64 | |
| [6A] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 476.20 | 1802.72 | 2.892 | 41.95 | | OK |
| [5A] | | | | | | | | | | | | | 487.09 | | 3.026 | 43.89 | 6.30 | |
| [5A] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 6.10 | 7.10 | 120.00 | 0 | 0 | 487.09 | 2289.81 | 3.026 | 43.89 | | OK |
| [4A] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.190 | 46.27 | 4.65 | |
| [4A] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 3146.41 | 3.190 | 46.27 | | OK |
| [10A] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.290 | 47.72 | 6.38 | |
| [10A] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 21.60 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 30.74 | 120.00 | 0 | 0 | 2325.35 | 5431.76 | 3.290 | 47.72 | | OK |
| [17] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.774 | 54.73 | 4.89 | |
| [17] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 16.55 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 25.69 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 5471.76 | 3.774 | 54.73 | | OK |
| [21] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 4.178 | 60.60 | 4.89 | |
| [21] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 10.70 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). Válvula mariposa. | 9.14 | 33.56 | 120.00 | 10.70 | 1.049 | 0.00 | 5471.76 | 4.178 | 60.60 | 4.89 | OK |
| [BCI] | | | | | | 1.00 | Válvula compuerta. | 0.91 | | | | | 0.00 | | 5.755 | 83.47 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|--------|------|--------|------|------|--------------------------------------|------|------|--------|---|-------|--------|---------|-------|-------|------|----|
| | | | | | | | 1.00 | Retención tipo charnela. | 9.75 | | | | | | | | | | |
| TRAMO 3 | [1B] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | 2.00 | Codo de giro largo a 90°. | 1.22 | 5.12 | 120.00 | 1 | 0.098 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK |
| | [2B] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | 1.00 | Cuello de ganso | 1.50 | | | | | 450.22 | | 2.585 | 37.50 | 5.16 | |
| | [2B] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 450.22 | 856.60 | 2.585 | 37.50 | | OK |
| | [3B] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | | | | | 469.92 | | 2.817 | 40.85 | 6.59 | |
| | [3B] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 4.57 | 5.57 | 120.00 | 0 | 0 | 469.92 | 1326.52 | 2.817 | 40.85 | | OK |
| | [4B] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 4.57 | 5.57 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | | 2.993 | 43.41 | 4.64 | |
| | [4B] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 1326.52 | 2.993 | 43.41 | | OK |
| | [5B] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | | | | | --- | | 3.069 | 44.51 | 4.64 | |
| | [10B] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK |
| | [9B] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | | | | | 450.22 | | 2.585 | 37.50 | 5.16 | |
| | [9B] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 450.22 | 856.60 | 2.585 | 37.50 | | OK |
| | [8B] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | | | | | 469.92 | | 2.817 | 40.85 | 6.59 | |
| | [8B] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 469.92 | 1326.52 | 2.817 | 40.85 | | OK |
| | [7B] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | | | | | 476.20 | | 2.892 | 41.95 | 4.64 | |
| | [7B] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 476.20 | 1802.72 | 2.892 | 41.95 | | OK |
| | [6B] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | | | | | 487.09 | | 3.026 | 43.89 | 6.30 | |
| | [6B] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 6.10 | 7.10 | 120.00 | 0 | 0 | 487.09 | 2289.81 | 3.03 | 43.89 | | OK |
| | [5B] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 6.10 | 7.10 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | | 3.190 | 46.27 | 4.65 | |
| | [5B] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 3616.33 | 3.190 | 46.27 | | OK |
| | [11B] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | | | | | 0.00 | | 3.208 | 46.52 | 3.23 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|--------|------|--------|-------|------|-----------------------------------|------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|--------|-------|-------|------|----|
| [Q] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK | |
| [R] | | | | | | | | | | | | | 438.02 | 406.38 | 2.447 | 35.49 | 3.13 | | |
| [R] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 438.02 | 844.40 | 2.447 | 35.49 | | OK | |
| [S] | | | | | | | | | | | | | 440.95 | 844.40 | 2.480 | 35.97 | 2.95 | | |
| [S] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 440.95 | 1285.35 | 2.480 | 35.97 | | OK | |
| [T] | | | | | | | | | | | | | 447.27 | 1285.35 | 2.552 | 37.01 | 4.49 | | |
| [T] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 6.10 | 7.10 | 120.00 | 0 | 0 | 447.27 | 1732.62 | 2.55 | 37.01 | | OK | |
| [11B] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 1732.62 | 2.650 | 38.43 | 3.52 | | |
| [11B] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 26.40 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 35.54 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 5348.94 | 3.208 | 46.52 | | OK | |
| [18] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 5348.94 | 3.744 | 54.30 | 4.78 | | |
| [18] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 5.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 14.14 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 5348.94 | 3.744 | 54.30 | | OK | |
| [21] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 5348.94 | 3.957 | 57.40 | 4.78 | | |
| [21] | | | | | | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | | | | | 0.00 | | 3.957 | 57.40 | | | |
| [21] | | | | | | 1.00 | Válvula mariposa. | 3.05 | | | | | 0.00 | | | | | | |
| [21] | | | | | | 1.00 | Válvula compuerta. | 0.91 | | | | | 0.00 | | | | | | |
| [BCI] | | | | | | 1.00 | Retención tipo charnela. | 9.75 | | | | | 0.00 | | 5.513 | 79.96 | | OK | |
| | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 10.70 | | | | 33.56 | 120.00 | 10.70 | 1.049 | | 5348.94 | | | 4.78 | | |
| TRAMO 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| [1C] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | 2.00 | Codo de giro largo a 90°. | 1.22 | | 5.12 | 120.00 | 1 | 0.098 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK |
| [2C] | | | | | | 1.00 | Cuello de ganso | 1.50 | | | | | | 450.22 | 406.38 | 2.585 | 37.50 | 5.16 | |
| [2C] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 0.80 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 3.05 | 3.85 | 120.00 | 0 | 0 | 450.22 | 856.60 | 2.585 | 37.50 | | OK | |
| [3C] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 856.60 | 2.956 | 42.87 | 6.59 | | |
| [3C] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 4.57 | 6.97 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 856.60 | 2.956 | 42.87 | 2.99 | OK | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|--------|------|--------|------|------|-----------------------------------|------|------|--------|---|---|--------|---------|-------|-------|------|----|
| [4C] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.054 | 44.30 | | |
| [4C] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 0.80 | 0.00 | ----- | 0.00 | 0.80 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 856.60 | 3.054 | 44.30 | | OK |
| [5C] | | | | | | | | | | | | | 490.23 | | 3.065 | 44.46 | 2.99 | |
| [5C] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 490.23 | 1346.83 | 3.065 | 44.46 | | OK |
| [6C] | | | | | | | | | | | | | 496.43 | | 3.143 | 45.59 | 4.71 | |
| [6C] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 496.43 | 1843.27 | 3.143 | 45.59 | | OK |
| [7C] | | | | | | | | | | | | | 507.32 | | 3.283 | 47.61 | 6.44 | |
| [7C] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 6.10 | 7.10 | 120.00 | 0 | 0 | 507.32 | 2350.59 | 3.283 | 47.61 | | OK |
| [8C] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.455 | 50.11 | 4.77 | |
| [8C] | 4" | 100.00 | 4.03 | 102.26 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 2350.59 | 3.455 | 50.11 | | OK |
| [9C] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.513 | 50.95 | 4.77 | |
| [13C] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK |
| [12C] | | | | | | | | | | | | | 450.22 | | 2.585 | 37.50 | 5.16 | |
| [12C] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 450.22 | 856.60 | 2.585 | 37.50 | | OK |
| [11C] | | | | | | | | | | | | | 469.92 | | 2.817 | 40.85 | 6.59 | |
| [11C] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 469.92 | 1326.52 | 2.817 | 40.85 | | OK |
| [10C] | | | | | | | | | | | | | 476.20 | | 2.892 | 41.95 | 4.64 | |
| [10C] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 4.57 | 5.57 | 120.00 | 0 | 0 | 476.20 | 1802.72 | 2.892 | 41.95 | | OK |
| [9C] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.203 | 46.46 | 6.30 | |
| [9C] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 4153.31 | 3.513 | 50.95 | | OK |
| [14C] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.536 | 51.28 | 3.71 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|------|--------|------|--------|-------|------|-----------------------------------|------|-------|--------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|------|----|
| | [V] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 406.38 | 406.38 | 2.389 | 34.65 | | OK |
| | [W] | | | | | | | | | | | | | 438.02 | | 2.447 | 35.49 | 3.13 | |
| | [W] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.40 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.40 | 120.00 | 0 | 0 | 438.02 | 844.40 | 2.447 | 35.49 | | OK |
| | [X] | | | | | | | | | | | | | 440.95 | | 2.480 | 35.97 | 2.95 | |
| | [X] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 1.00 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 4.57 | 5.57 | 120.00 | 0 | 0 | 440.95 | 1285.35 | 2.480 | 35.97 | | OK |
| | [14C] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 2.646 | 38.38 | 4.49 | |
| | [14B] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 26.48 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 35.62 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 5438.66 | 3.536 | 51.28 | | OK |
| | [19] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 4.090 | 59.32 | 4.86 | |
| | [19] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 4.50 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 13.64 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 5438.66 | 4.090 | 59.32 | | OK |
| | [21] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 4.302 | 62.40 | 4.86 | |
| | [21] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 10.70 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | | | | | 0.00 | | 4.302 | 62.40 | | |
| | [BC] | | | | | | 1.00 | Válvula mariposa. | 3.05 | | | | | 0.00 | 5438.66 | | | 4.86 | OK |
| | [BC] | | | | | | 1.00 | Válvula compuerta. | 0.91 | 33.56 | 120.00 | 10.70 | 1.049 | | | | | | |
| | [BC] | | | | | | 1.00 | Retención tipo charnela. | 9.75 | | | | | 0.00 | | 5.874 | 85.19 | | |
| TRAMO 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | [1D] | 1.5' | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.80 | 2.00 | Codo de giro largo a 90°. | 1.22 | 5.52 | 120.00 | 1 | 0.098 | 98.60 | 98.60 | 1.606 | 23.29 | | OK |
| | [2D] | | | | | | 1.00 | Cuello de ganso | 1.50 | | | | | 101.91 | | 1.623 | 23.54 | 1.25 | |
| | [2D] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.80 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.80 | 120.00 | 0 | 0.000 | 101.91 | 200.51 | 1.623 | 23.54 | | OK |
| | [3D] | | | | | | | | | | | | | 103.84 | | 1.685 | 24.44 | 2.54 | |
| | [3D] | 1.5" | 37.50 | 1.61 | 40.89 | 2.80 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.80 | 120.00 | 0 | 0.000 | 103.84 | 304.35 | 1.685 | 24.44 | | OK |
| | [4D] | | | | | | | | | | | | | 107.90 | | 1.819 | 26.38 | 3.86 | |
| | [4D] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 0.45 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 3.05 | 3.50 | 120.00 | 0 | 0 | 107.90 | 412.25 | 1.819 | 26.38 | | OK |
| | [5D] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 1.906 | 27.65 | 3.17 | |

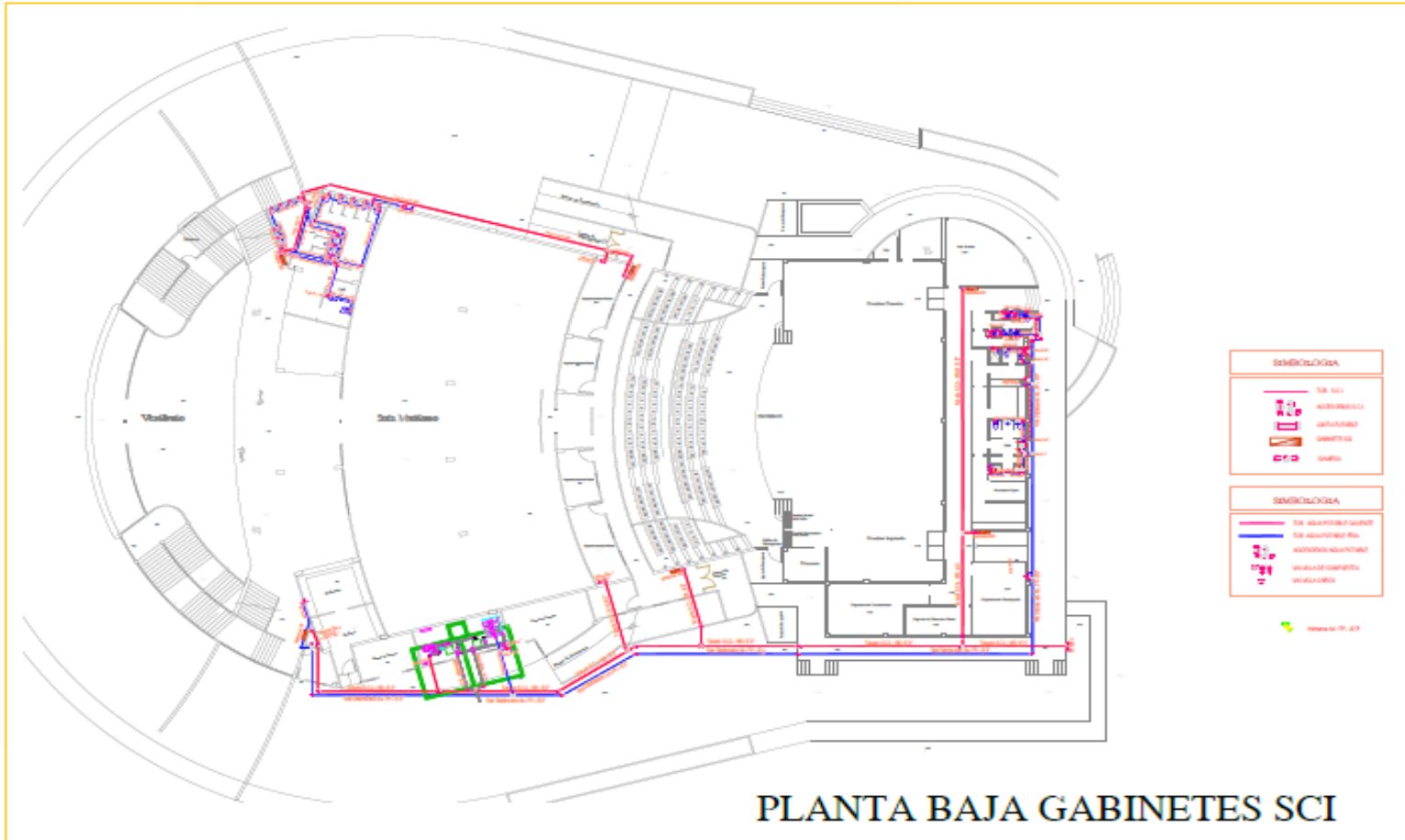
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----|--------|------|--------|-------|------|-----------------------------------|------|-------|--------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|------|----|
| [5D] | 2" | 50.00 | 2.07 | 52.50 | 2.80 | 1.00 | ----- | 0.00 | 2.80 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 412.25 | 1.906 | 27.65 | | OK |
| [6D] | | | | | | | | | | | | | --- | | 1.976 | 28.66 | 3.17 | |
| [6D] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 2.80 | 0.00 | ----- | 0.00 | 2.80 | 120.00 | 0 | 0 | 412.25 | 824.50 | 1.976 | 28.66 | | OK |
| [11D] | | | | | | | | | | | | | 416.06 | | 2.013 | 29.19 | 2.88 | |
| [11D] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 21.80 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 4.57 | 26.37 | 120.00 | 0 | 0 | 416.06 | 1240.56 | 2.013 | 29.19 | | OK |
| [17D] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 2.749 | 39.87 | 4.34 | |
| [17D] | 3" | 75.00 | 3.07 | 77.93 | 8.20 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 4.57 | 12.77 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 1240.56 | 2.749 | 39.87 | | OK |
| [20] | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 3.105 | 45.04 | 4.34 | |
| [20] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 2.10 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | 11.24 | 120.00 | 0 | 0 | 0.00 | 1240.56 | 3.105 | 45.04 | | OK |
| [21] | | | | | | | | | | | | | --- | | 3.117 | 45.21 | 1.11 | |
| [21] | 6" | 150.00 | 6.07 | 154.05 | 10.70 | 1.00 | Té o cruz (giro de flujo de 90°). | 9.14 | | | | | 0.00 | 1240.56 | 3.117 | 45.21 | | OK |
| | | | | | | 1.00 | Válvula mariposa. | 3.05 | 33.56 | 120.00 | 10.70 | 1.049 | 0.00 | | | | | |
| | | | | | | 1.00 | Válvula compuerta. | 0.91 | | | | | 0.00 | | 4.200 | 60.91 | | |
| [BCI] | | | | | | 1.00 | Retención tipo charnela. | 9.75 | | | | | 0.00 | | | | | |

CÁLCULOS DEL ESCENARIO EN EL SOFTWARE WATERCAD

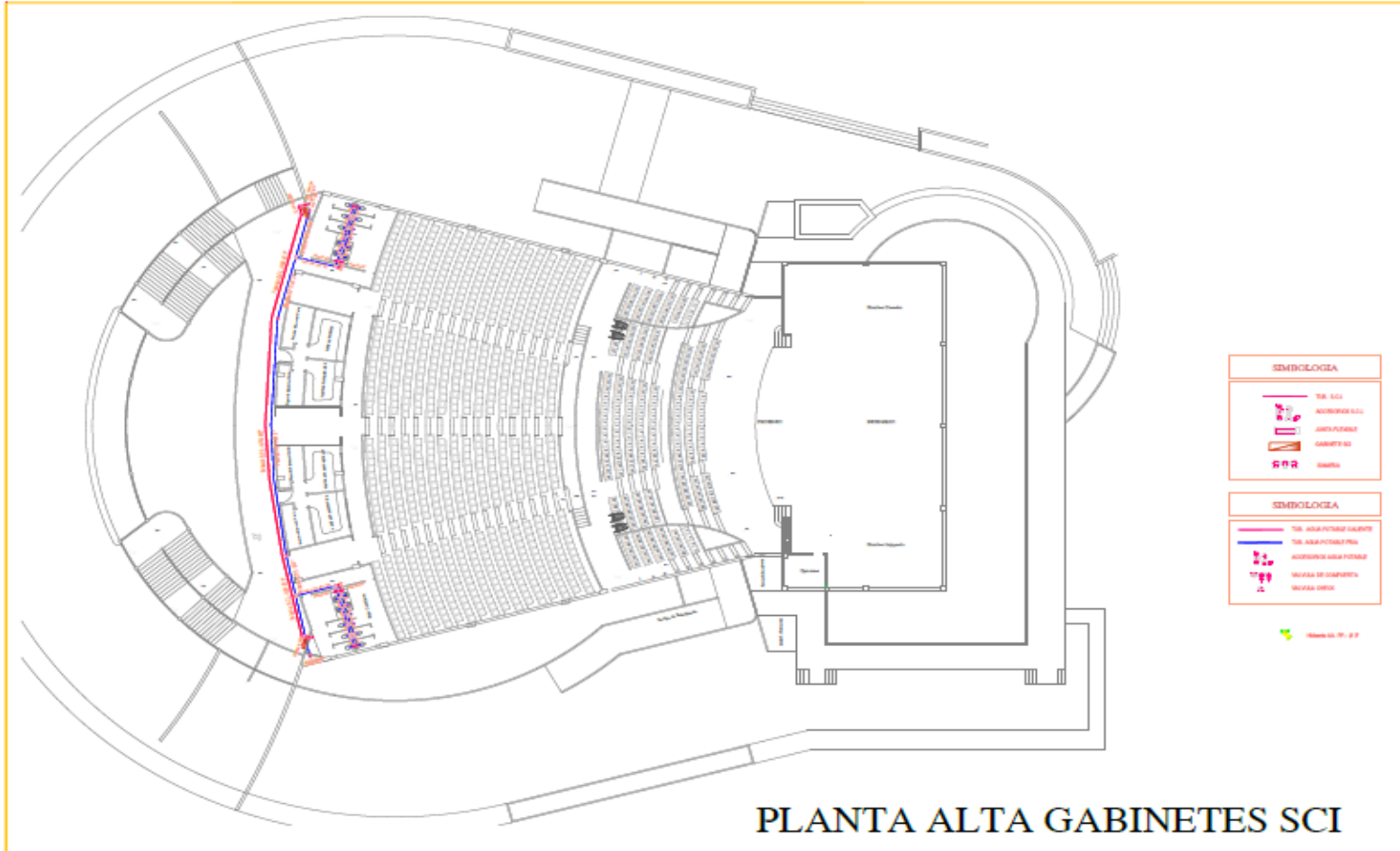
| | ID | Label | Length (Scaled) (m) | Start Node | Stop Node | Diameter (mm) | Material | Hazen-Williams C | Has Check Valve? | Minor Loss Coefficient (Local) | Flow (L/min) | Velocity (m/s) | Headloss Gradient (m/m) | Has User Defined Length? | Length (User Defined) (m) |
|-----------------|-----|----------------|---------------------|------------|------------|---------------|-------------|------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------|----------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| 62: L1-2 | 62 | L1-2 | 15.00 | 1 | 2 | 40.9 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 406 | 5.16 | 0.837 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 63: L2-3 | 63 | L2-3 | 15.00 | 2 | 3 | 52.5 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 857 | 6.60 | 0.986 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 64: L3-4 | 64 | L3-4 | 15.00 | 3 | 4 | 77.9 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 1,327 | 4.64 | 0.324 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 65: L4-5 | 65 | L4-5 | 15.00 | 4 | 5 | 77.9 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 1,803 | 6.30 | 0.571 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 66: L5-6 | 66 | L5-6 | 15.00 | 5 | 6 | 102.3 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 2,290 | 4.65 | 0.237 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0.88 |
| 67: L6-7 | 67 | L6-7 | 20.00 | 6 | 7 | 102.3 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 2,290 | 4.65 | 0.237 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 68: L7-8 | 68 | L7-8 | 20.00 | 7 | 8 | 154.1 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 4,599 | 4.11 | 0.117 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 73: LJ-I | 73 | LJ-I | 15.00 | J | I | 40.9 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 406 | 5.16 | 0.836 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 74: LI-H | 74 | LI-H | 15.00 | I | H | 52.5 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 857 | 6.60 | 0.986 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 75: LH-G | 75 | LH-G | 15.00 | H | G | 77.9 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 1,327 | 4.64 | 0.324 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 76: LG-F | 76 | LG-F | 15.00 | G | F | 77.9 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 1,803 | 6.30 | 0.572 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 77: LF-7 | 77 | LF-7 | 15.00 | F | 7 | 102.3 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 2,290 | 4.64 | 0.236 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0.88 |
| 81: LD-E | 81 | LD-E | 15.00 | D | E | 77.9 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 406 | 1.42 | 0.036 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.40 |
| 82: LE-8 | 82 | LE-8 | 15.00 | E | 8 | 102.3 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 840 | 1.70 | 0.037 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0.88 |
| 103: LBCI - ... | 103 | LBCI - Reserv. | 30.00 | BCI | Reservorio | 154.1 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 5,439 | 4.86 | 0.160 | <input checked="" type="checkbox"/> | 4.20 |
| 112: L8-16 | 112 | L8-16 | 60.00 | 8 | 16 | 154.1 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 5,439 | 4.86 | 0.160 | <input checked="" type="checkbox"/> | 19.20 |
| 211: L21-BCI | 211 | L21-BCI | 40.00 | 21 | BCI | 154.1 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 5,439 | 4.86 | 0.160 | <input checked="" type="checkbox"/> | 13.00 |
| 212: L16-21 | 212 | L16-21 | 166.21 | 16 | 21 | 154.1 | Ductile I.. | 120.0 | <input type="checkbox"/> | 0.000 | 5,439 | 4.86 | 0.160 | <input checked="" type="checkbox"/> | 10.70 |

ANEXO PLANOS.

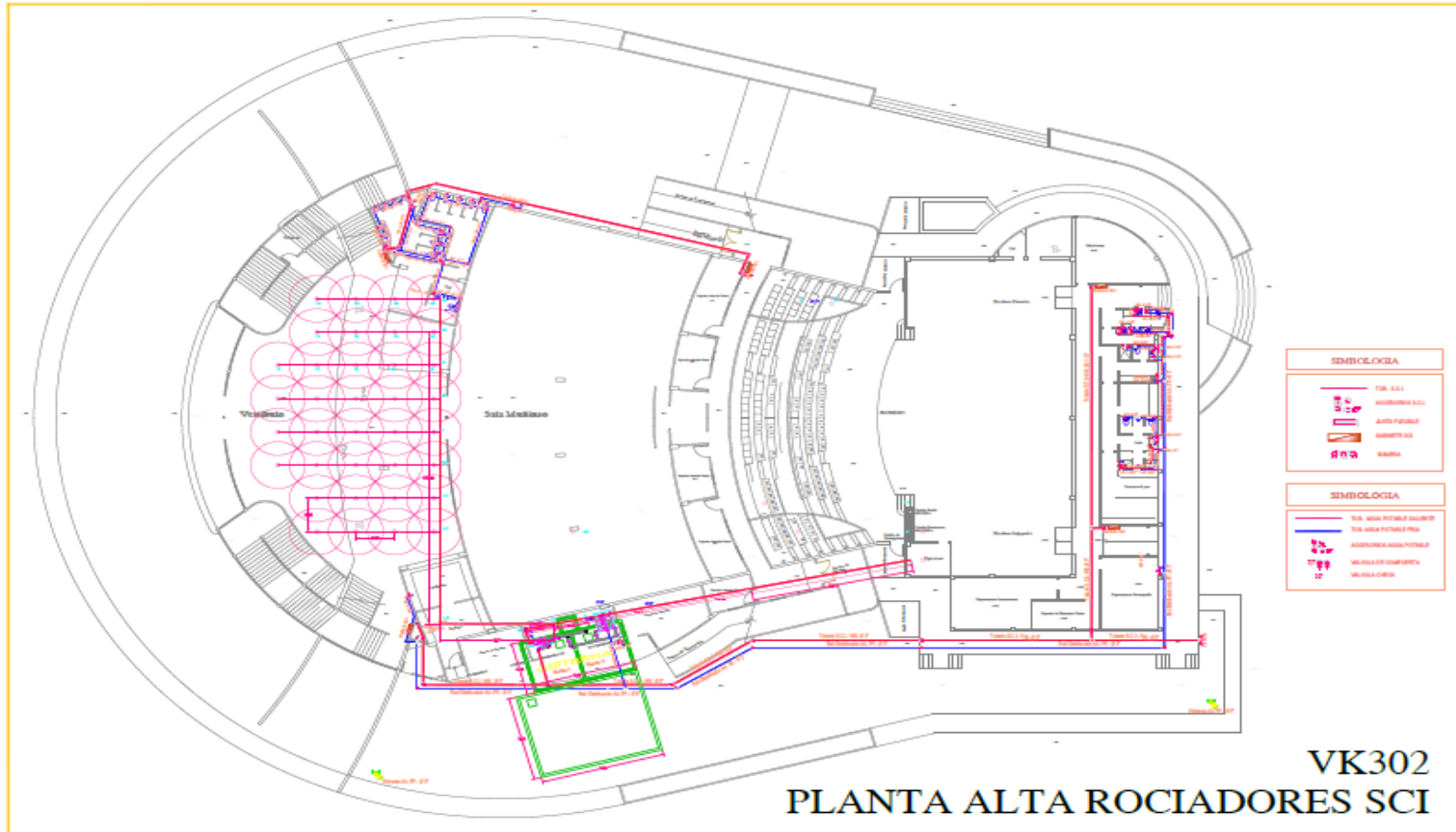
VISTA PLANTA BAJA GABINETES.



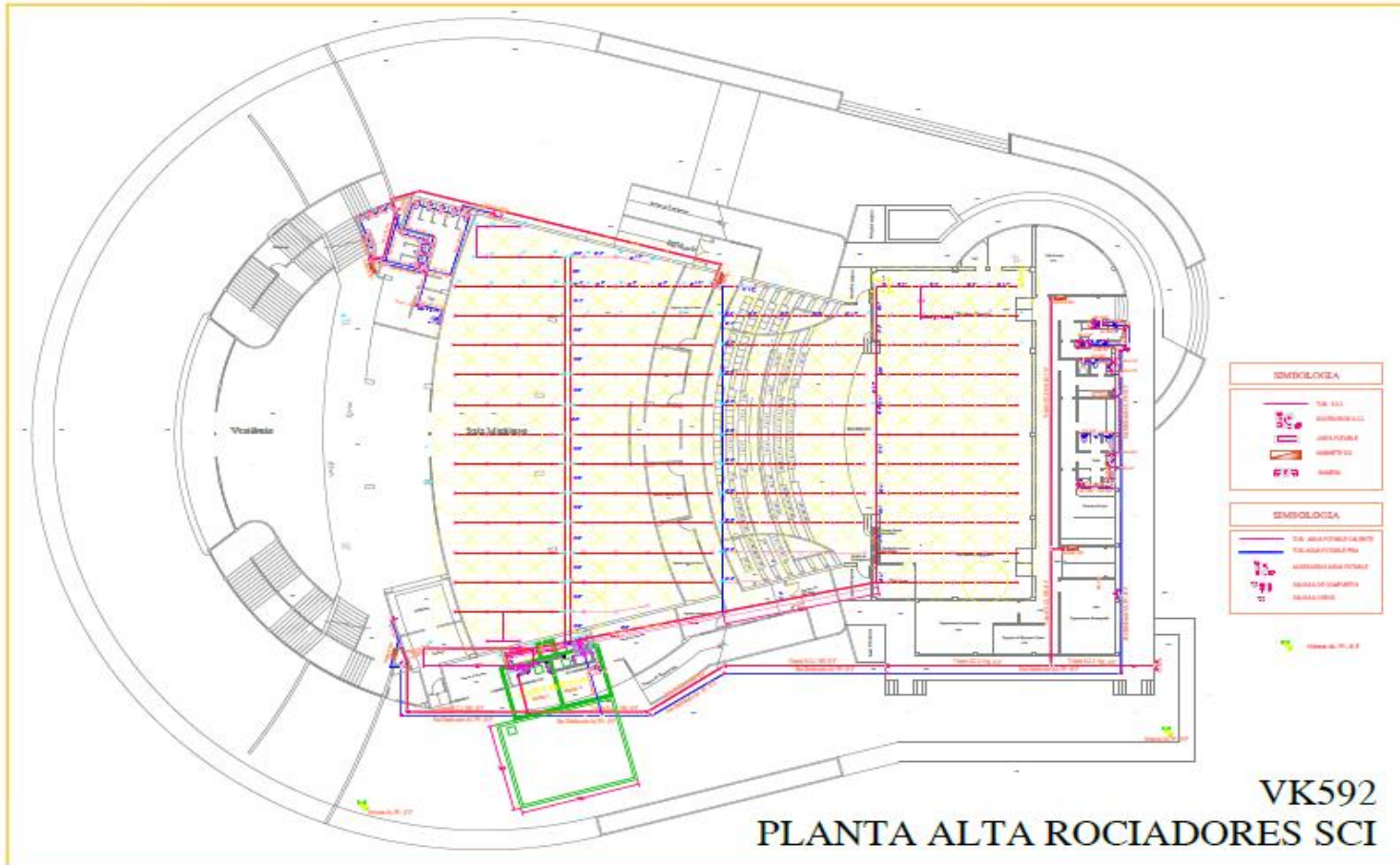
VISTA PLANTA ALTA GABINETES.



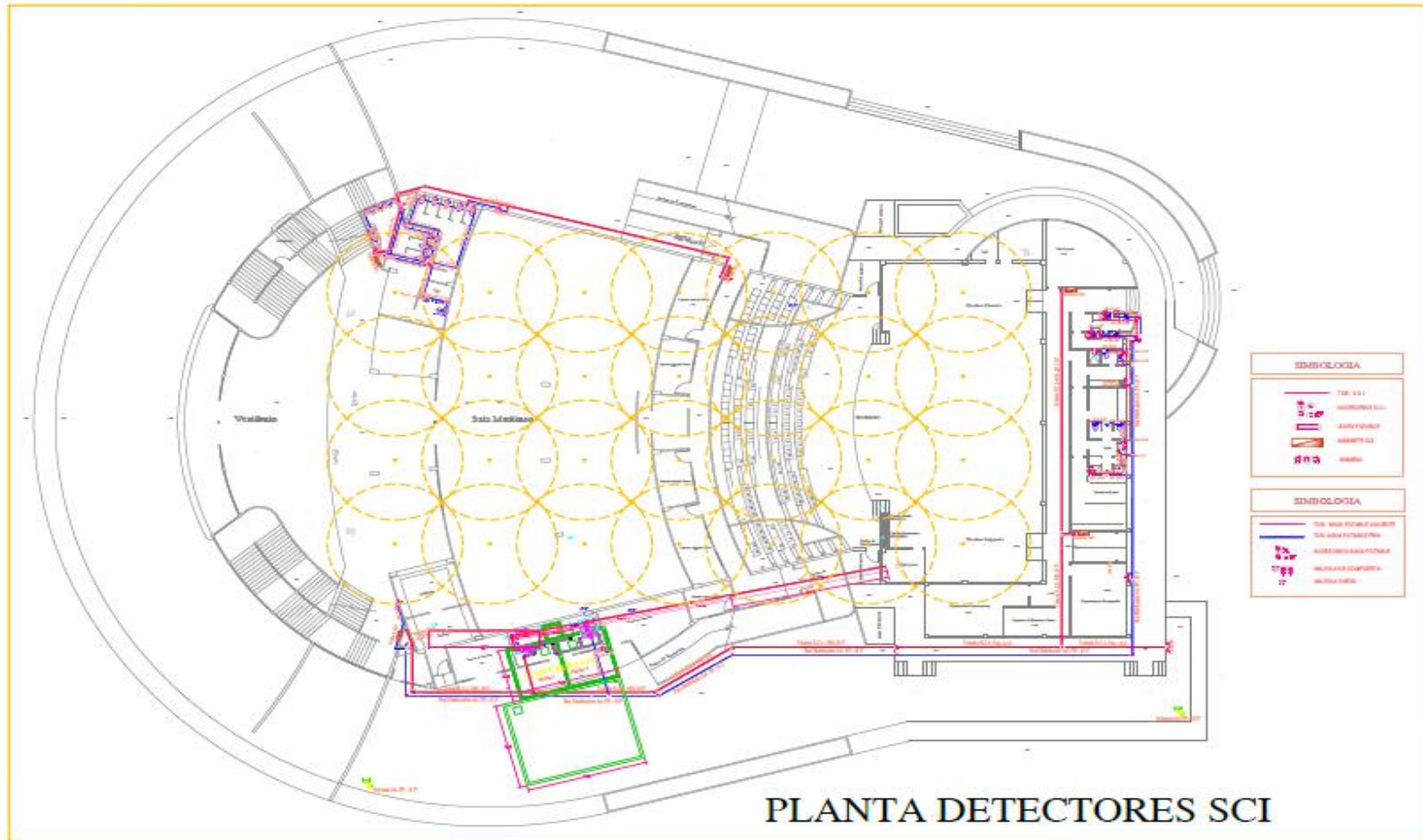
VISTA PLANTA ALTA ROCIADORES VK302.



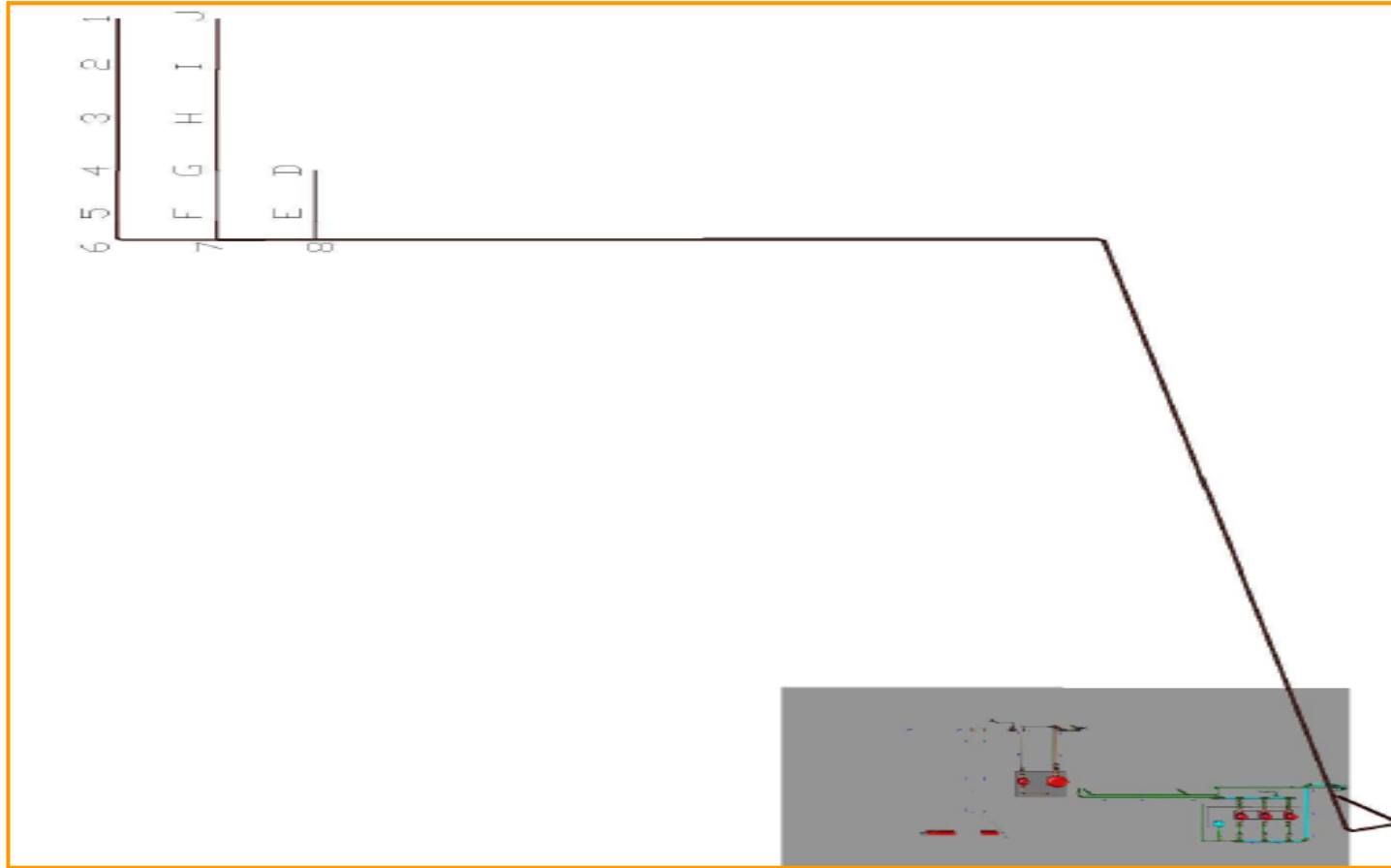
VISTA PLANTA ALTA ROCIADORES VK592.



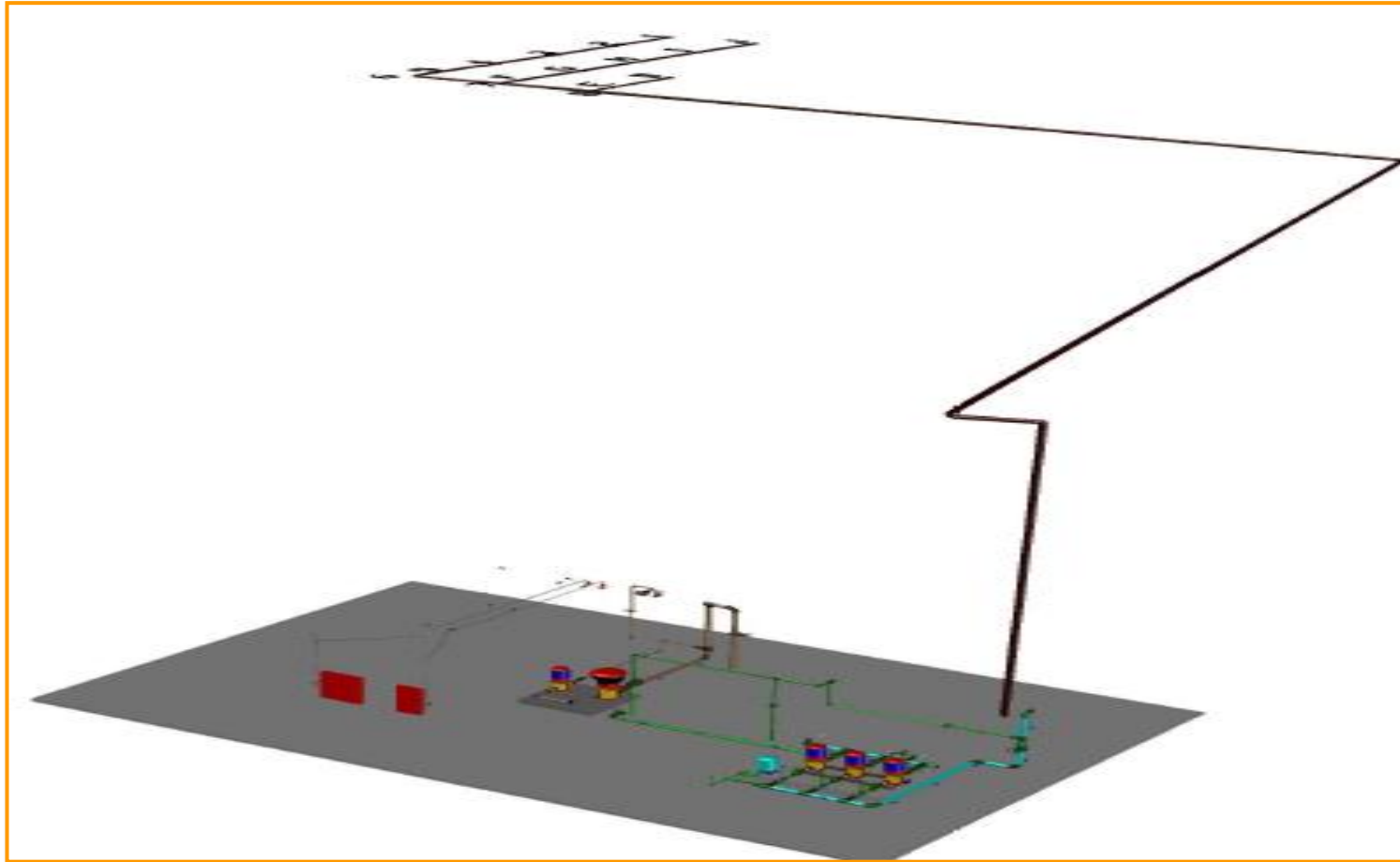
VISTA PLANTA DETECTORES.



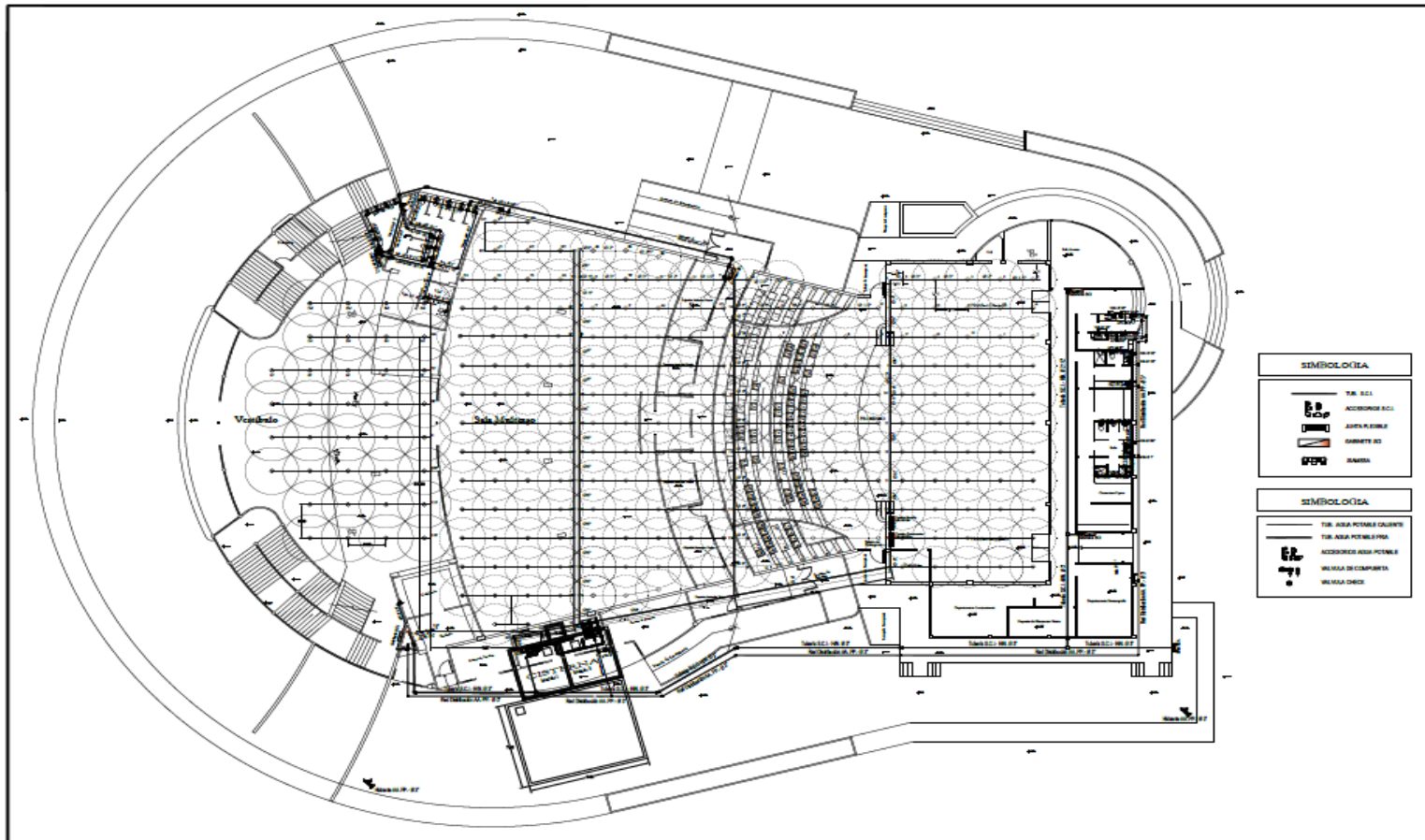
VISTA EN 2D “ÁREA DEL ESCENARIO.”



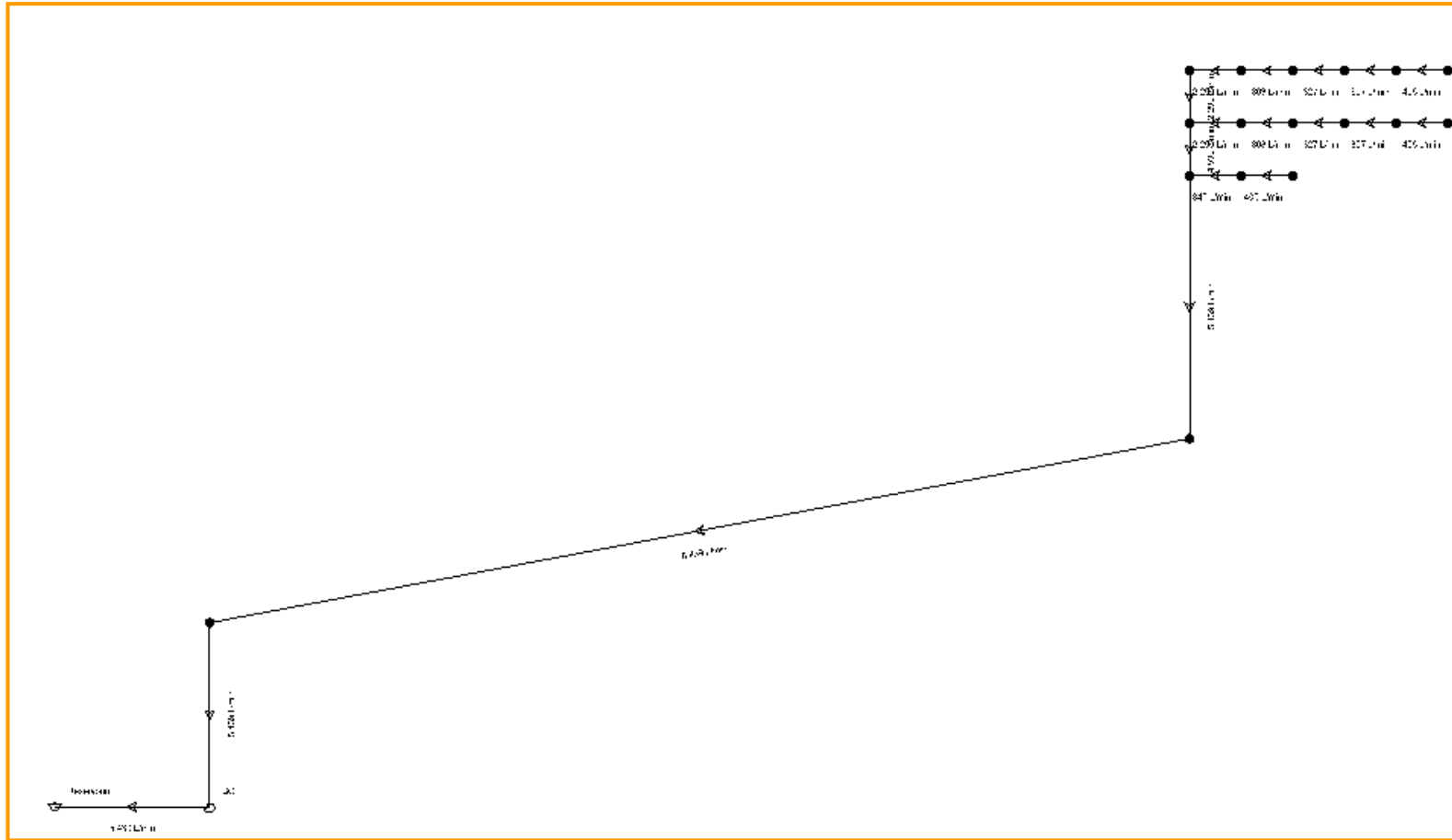
VISTA EN 3D “ÁREA DEL ESCENARIO”



Vista General del plano con implantación de rociadores.



Esquema de modelado en WaterCAD para verificación de cálculos.



**ANEXO FICHAS
TÉCNICAS DE ROCIADOR
Y BOMBAS.**

| | | |
|---|-----------------------|--|
|  | DATOS TÉCNICOS | ROCIADORES COLGANTES RESPUESTA RÁPIDA VK302 (5.6) |
|---|-----------------------|--|

1. DESCRIPCIÓN


Los rociadores Viking colgantes de respuesta rápida VK302 son rociadores pulverizadores termosensibles de tamaño pequeño con acabados, temperaturas nominales y tamaños de orificio que satisfacen los requisitos de diseño. Con los recubrimientos y acabados especiales de PTFE (politetrafluoroetileno), ENT (níquel químico) y Poly Finish pueden elegirse colores que se adapten a las necesidades de la decoración. Además, estos dos recubrimientos son resistentes a la corrosión y proporcionan protección contra numerosos ambientes corrosivos. **FM tiene aprobado para rociador recubrimiento de ENT como resistente a la corrosión.** (FM no tiene aprobado ningún para rociador recubrimiento de PTFE o poliéster como resistente a la corrosión).


2. LISTADOS Y APROBACIONES

 Listado cULus: Categoría VNIV

 Aprobado FM: Clase 2000

 Aprobado VdS: Certificado G414009, G141010

 Aprobado LPC

 Certificado CE: Standard EN 12259-1, EC- Certificado de conformidad 0832-CPD-2001

 Aprobado CCCF

NOTE: Otras aprobaciones internacionales bajo pedido. Véase la tabla de aprobaciones y los criterios de diseño

3. DATOS TÉCNICOS

Especificaciones:

Presión mínima de trabajo: 7psi (48,3 kPa)*

Presión máxima de trabajo 175 psi (1.207 kPa)

Presión de prueba en fábrica: 500 psi (3.448 kPa)

Prueba de presión patente núm 4,831,870

Diámetro: 1/2 NPT, 15 mm BSP

Factor K: 80.6 (5.6)

Temperatura mínima del líquido de la ampolla: -65 °F (-55 °C).

Altura: 58 mm (2-1/4)

* Listado cULus, FM de aprobación, y NFPA 13 instalaciones requieren un mínimo de 7 psi (0,5 bar). La presión mínima de funcionamiento para LPCB y CE Aprobaciones sólo es de 5 psi (0,35 bar)

Materiales:

Cuerpo: Fundición de latón UNS-C84400 o Latón «QM»

Deflector: Bronce al fósforo UNS-C51000 o Cobre UNS-C19500

Ampolla de vidrio de 3 mm de diámetro nominal

Resorte Belleville: Aleación de níquel, con recubrimiento de PTFE en ambas caras

Tornillo: Latón UNS-C36000

Cierre: Cobre UNS-C11000 y Acero inoxidable UNS-S30400

Rociadores con recubrimiento de: Resorte Belleville a la vista, Tornillo niquelado y copa cubierta de PTFE

Rociadores con recubrimiento de poliéster: Resorte Belleville a la vista

Rociadores con recubrimiento de ENT: Resorte Belleville a la vista, tornillo y copa cubierta - ENT

Pedidos: (Ver lista de precios en vigor.)

Seleccionar la referencia base del rociador y añadir sufijo de acabado y de temperatura

Sufijo de acabado: Latón = A, Cromado = F, Poliéster blanco = M-W, Poliéster negro = M-B, PTFE negro = N y ENT = JN

Sufijo de temperatura (°F/°C): 135°/68° = A, 155°/68° = B, 175°/79° = D, 200°/93° = E, y 286°/141° = G

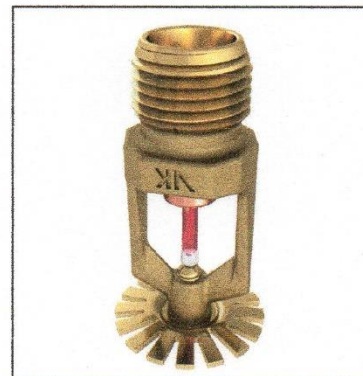
Por ejemplo, el rociador VK302 de 1/2", en latón y 155 °F/68 °C de temperatura = Ref 02979AB

Acabados y temperaturas disponibles:

Véase tabla 1

ACCESORIOS Ver la sección "ACCESORIOS PARAROCIADORES" del Manual Viking de Ingeniería y Diseño.

Llaves para rociadores:



LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El contenido de este documento puede no incluir todas las especificaciones de los productos descritos con exactitud, y por lo tanto, no constituye garantía de ningún tipo en relación con dichos productos. Las características exactas de los productos se publican en inglés: The Viking Corporation's Technical Data Sheets. Las condiciones de garantía se indican en las Condiciones de Venta que aparecen en los documentos oficiales de Viking. Lo indicado en este documento no constituye alteración de ninguna de las características de los productos en relación a lo indicado en el documento original indicado más arriba. Se puede solicitar copia de dicho documento a Viking Technical Services, The Viking Corporation, Hastings Michigan, USA. Form No. F_081296

Los datos técnicos de los productos Viking pueden consultarse en la página Web de la Corporación <http://www.vikingcorp.com>
Esta página puede contener información más reciente sobre este producto.

| | | |
|----------------|-----------------------|--|
| VIKING® | DATOS TÉCNICOS | ROCIADORES COLGANTES RESPUESTA RÁPIDA VK302 (5.6) |
|----------------|-----------------------|--|

TABLA 1 :TEMPERATURA Y ACABADOS

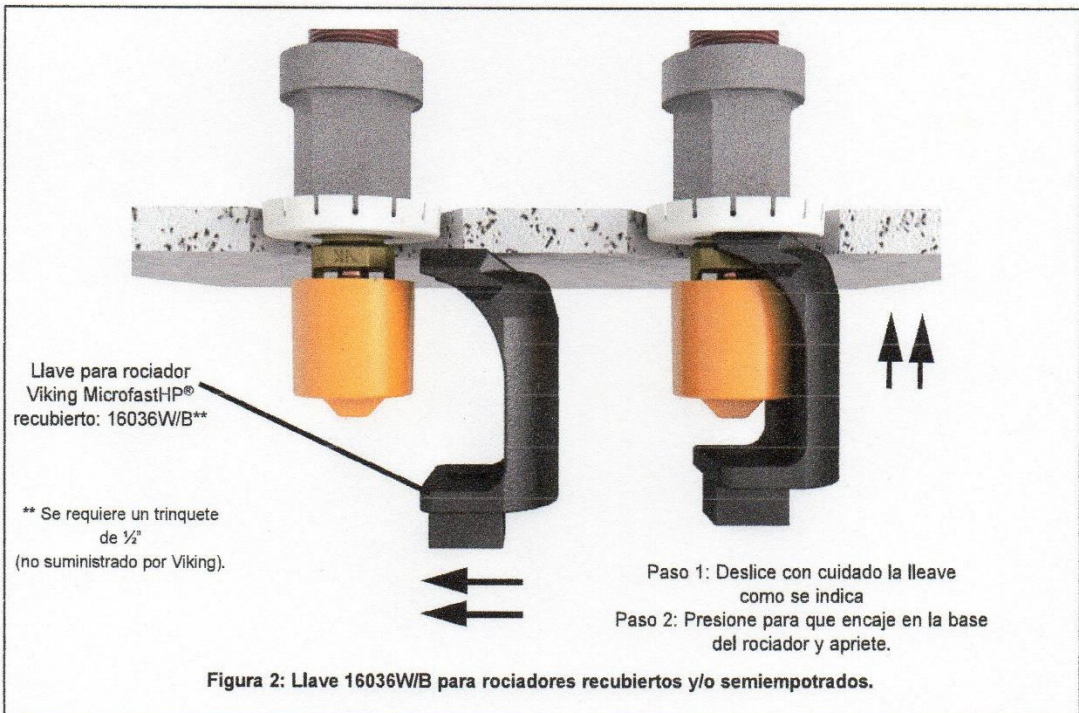
| Clasificación por temperatura | Temperatura nominal ¹ | Temperatura ambiente máxima en el techo ² | Color de la ampolla |
|-------------------------------|----------------------------------|--|---------------------|
| Ordinaria | 57°C (135°F) | 38°C (100°F) | orange |
| Ordinaria | 68°C (155°F) | 38°C (100°F) | rot |
| Intermedia | 79°C (175°F) | 65°C (150°F) | gelb |
| Intermedia | 93°C (200°F) | 65°C (150°F) | grün |
| Alta | 141°C (286°F) | 107°C (225°F) | blau |

Acabados: Bronce, Cromado, poliéster blanco, poliéster negro, PTFE negro y ENT

Resistentes a la corrosión³: Poliéster blanco, poliéster negro, PTFE negro y ENT. ENT en todas las temperaturas, excepto 57 ° C.

Notas

- ¹ La temperatura rociador se encuentra estampada en el deflector.
- ² Según NFPA-13. Puede haber otros límites, dependiendo de la carga de fuego, la posición del rociador, y cualquier otro requerimiento de la normativa local.
- ³ Los recubrimientos de protección han pasado los ensayos de corrosión indicados por las entidades de homologación según. Estos ensayos no pueden cubrir todos los casos posibles. Es preciso comprobar cual será el ambiente en el que se encontrarán los rociadores una vez instalados. El recubrimiento se aplica solo al cuerpo. El muelle de cierre se encuentra siempre expuesto.





DATOS TÉCNICOS

**ROCIADOR DE RESPUESTA
ESTÁNDAR, COLGANTE
VK592 (K19.6)**
(MODO-CONTROL APLICACIÓN ESPECÍFICA)

1. FABRICANTE

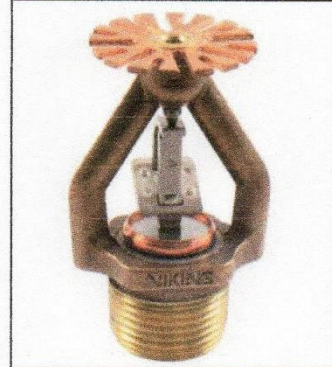
THE VIKING CORPORATION
210 N.N. Industrial Park Road
Hastings, Michigan 49058 USA
Teléfono: (269) 945-9501
Servicio Técnico (877) 384-5464
Fax: (269) 945-9599
e-mail: vikingspain@vikingcorp.com.

Distribución:

Viking S.A.
Zone Industrielle Haneboesch
L-4562 Differdange/Niedercom
Luxemburg
Tel: +352 58 37 37-1
Fax: +352 58 37 36

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El contenido de este documento puede no incluir todas las especificaciones de los productos descritos con exactitud, y por lo tanto, no constituye garantía de ningún tipo en relación con dichos productos. Las características exactas de los productos se publican en inglés: The Viking Corporation's Technical Data Sheets. Las condiciones de garantía se indican en las Condiciones de Venta que aparecen en los documentos oficiales de Viking. Lo indicado en este documento no constituye alteración de ninguna de las características de los productos en relación a lo indicado en el documento original indicado más arriba. Se puede solicitar copia de dicho documento a Viking Technical Services, The Viking Corporation, Hastings Michigan, USA. Form No. F_033108



2. DESCRIPCIÓN

El Rociador Viking de Respuesta Estándar en Modo Control y Aplicación Específica (CMSA) Colgante VK592, es un rociador de elemento fusible termo-sensible. Con un factor-K de 19.6 nominal, el rociador proporciona mayores flujos a menores presiones que los rociadores con menor factor-K. Esta característica permite reducir los diámetros de tubería en el cálculo hidráulico de los sistemas de rociadores, para conseguir mayores densidades de agua, lo que permite aumentar la clasificación de riesgo. El rociador Viking VK592 ha sido sometido a pruebas completas en aplicaciones de almacenamiento en altura, está listado UL y aprobado VdS para su uso en la protección de almacenes en altura.

El Rociador Viking VK592 es adecuado para proteger mercancías Clase I-IV, plásticos y gomas (solamente no expandidos, y embalados en cartón), almacenadas en pallets, apiladas, en cajoneras, en estanterías de una o varias filas de estantes y estanterías móviles de laterales abiertos (sin estantes sólidos y no descubiertos). El Rociador VK592 también puede usarse para la protección de almacenamiento libre en el suelo de pallets vacíos. Consultar en la Tabla de Aprobaciones en la página 114n y los Criterios de Diseño en las páginas 114o-s los requisitos que deben seguirse para el Listado UL.

NOTA: El rociador VK592 NO está aprobado para proteger plásticos expandidos, plásticos no expandidos sin embalar, papel en rollo, algodón en balas, aerosoles, ó neumáticos.

Los datos técnicos de los productos Viking pueden consultarse en la página Web de la Corporación <http://www.vikingcorp.com> Esta página puede contener información más reciente sobre este producto.

3. LISTADOS Y APROBACIONES

Listado cULus: Categoría VNIV

Aprobado FM: Clase 2036

Aprobado VdS: Certificado G4080016

Véase la Tabla de Aprobaciones en Pág. 114n y los Criterios de Diseño en la Pág. 114o-s para consultar las normas UL aplicables en USA y Canadá

4. DATOS TÉCNICOS

ESPECIFICACIONES:

Disponble desde 2008

Presión máxima de trabajo: 175 psi (12 bar) wwp. Presión de prueba en fábrica: 500 psi (34.5 bar).

Tamaño de rosca: Referencia Base 14243: 1" NPT

Referencia Base 15468: 25mm BSP.

Factor-K nominal: 19.6 U.S. (282.6 métrico*)

*Factor-K métrico cuando la presión es medida en Bar. Si la presión se mide en kPa, dividir este Factor-K métrico entre 10,0.

Temperatura mínima del líquido de la ampolla: -65° F (-55° C)

Longitud Total: 3-3/16" (81 mm)

MATERIALES:

Cuerpo: Latón UNS-C84400

Deflector: Bronce al Fósforo UNS-C51000

Asiento y Cierre para los Rociadores 14243 y 15468: Cobre UNS-C11000 y Acero Inoxidable UNS-S30400

Asiento para los Rociadores 15483 y 15484: Bronce al Fósforo UNS-C51000

Tornillo de Compresión: Acero Inoxidable UNS-S31603

Resorte Belleville: Aleación de Níquel, con recubrimiento de cinta Teflón® en ambos lados

Disparo y Soporte: Acero Inoxidable UNS-S31600

| | | |
|---|-----------------------|---|
|  | DATOS TÉCNICOS | ROCIADOR DE RESPUESTA ESTÁNDAR, COLGANTE VK592 (K19.6) (MODO-CONTROL APLICACIÓN ESPECÍFICA) |
| | | |

Elemento Fusible: Bronce al Fósforo UNS-C51000, recubierto de poliuretano.

Información de Pedido: (Consultar también la lista de precios Viking en vigor.)

Pida el Rociador Viking de Respuesta Estándar en Modo Control y Aplicación Específica (CMSA), Colgante VK592 añadiendo a la referencia base, primero el sufijo correspondiente al acabado deseado y a continuación el sufijo correspondiente a la temperatura.

Sufijo de Acabado: Latón = A

Sufijo de temperatura (°F/ °C): 160/71° = C, 205°/96° = E

Por ejemplo, el rociador VK592, acabado en Latón y rosca de 1" NPT, a 160° F/71 °C de temperatura = Ref. 14243AC.

Rangos de Temperatura y Acabados Disponibles: Consultar la Tabla 1

Accesorios: (Ver la sección "Accesorios Para Rociadores" del Manual Viking de Ingeniería y Diseño.)

Llaves para Rociadores: Referencia 13635W/B (llave doble – Utilizar el lado B. Disponible desde 2006.

Armarios para Rociadores : Capacidad para seis (6) rociadores: Referencia 01731A. (disponible desde 1971)

5. INSTALACIÓN

Consultar los estándares NFPA pertinentes

6. FUNCIONAMIENTO

En caso de incendio, se abre el elemento fusible, liberando el conjunto asiento resorte del orificio del rociador. Al circular el agua a través del orificio, choca con el deflector y da lugar a una pulverización homogénea de la descarga de agua que extingue o controla el fuego.

7. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO

Véanse en la norma NFPA 25 los procedimientos de Inspección, Pruebas y Mantenimiento

8. DISPONIBILIDAD

Los productos Viking están disponibles en todo el mundo a través de su red de distribuidores. Consulte www.vikinggroupinc.com o póngase en contacto con Viking.

9. GARANTÍA

Las condiciones de la garantía de Viking se encuentran en la lista de precios en vigor, en caso de duda contacte con Viking directamente

TABLA 1: DISPONIBILIDAD DE TEMPERATURAS Y ACABADOS DE ROCIADOR

| Clasificación por temperatura | Temperatura Nominal del Rociador ¹ | Temperatura ambiente máxima en el techo ² | Color del Cuerpo |
|-------------------------------|---|--|------------------|
| Ordinaria | 71°C (160°F) | 38°C (100°F) | Ninguno |
| Intermedia | 96°C (205°F) | 65°C (150°F) | Blanco |

Acabado de la Tapa: Latón.

Notas:

1 La temperatura del rociador se encuentra estampada en el deflector.

2 Según NFPA-13. Puede que existan otras limitaciones en función de la carga de fuego o de la norma vigente en el lugar de la instalación. Consultar los estándares específicos.



DATOS TÉCNICOS

**ROCIADOR DE RESPUESTA
ESTÁNDAR, COLGANTE
VK592 (K19.6)**
(MODO-CONTROL APLICACIÓN ESPECÍFICA)

Requisitos para el Listado UL:

Criterios de Diseño: El Rociador VK592 está Listado FM para su uso en U.S.A. y Canadá, para Almacenes en Altura con las presiones mínimas de trabajo indicadas en las Tablas 4-10 de las páginas 114q-s.

Cálculos Hidráulicos: Los cálculos hidráulicos deben realizarse de acuerdo a la norma NFPA 13 para Rociadores Control Mode Specific Application (CMSA).

Tipo de Sistema: Sólo sistemas de tubería mojada.

Pendiente Máxima del Techo: 2 pulgadas en 12 (167 mm/m ó 9.5 grados).

Posición del rociador: Aprobado sólo para su colocación en posición colgante. Colóquese el deflector paralelo al techo.

Distancia Mínima entre el Deflector y la Superficie del Almacenamiento: Al menos 36" (914 mm).

Determinación del Área de Cobertura: El área de cobertura por rociador (As) se determina como sigue: $As = S \times L$.

Para determinar S, mida la distancia entre rociadores, (ó hasta la obstrucción ó pared en el caso del último rociador) a ambos lados del ramal. Elija la distancia mayor entre; el doble de la distancia a la pared (ó obstrucción), ó la distancia al siguiente rociador. Esta es la dimensión S.

Para determinar L, mida la distancia perpendicular hasta el rociador en el siguiente ramal (ó hasta la pared ó obstrucción si se trata del último ramal), a cada lado del ramal en el que el rociador está colocado. Elija la distancia mayor entre; el doble de la distancia a la pared (ó obstrucción), ó la distancia al siguiente rociador. Esta es la dimensión L.

Área de Cobertura Máxima: La cobertura máxima de protección permitida por rociador (As) será 100 ft² (9.3 m²), como se indica en la Tabla 3. Se permiten desviaciones para evitar obstrucciones estructurales (como cerchas, vigas, soportes, etc.) desplazando el rociador o el ramal de la siguiente manera:

- Desplazando un rociador en su ramal 1 pié (0.3 m) como máximo, suponiendo que la cobertura no exceda los 110 pies cuadrados (10,2 m²) por rociador, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:
 - La superficie media cubierta por el rociador desplazado, más la de los rociadores adyacentes no debe superar los 100 pies cuadrados (9.3 m²).
 - Los ramales adyacentes mantienen su posición.
 - La distancia entre rociadores no excede los 12 pies (3.7 m)
- Desplazando un único ramal un máximo de 1 pié (0,3 m) de su espaciado permitido, siempre que la cobertura de los rociadores más la cobertura del ramal del cual nos alejamos, no exceda los 110 pies cuadrados (10.2 m²) por rociador y asegurándose de que se cumplen las siguientes condiciones:
 - La distancia entre rociadores no excede los 12 pies (3.7 m)
 - NO está permitido desplazar un ramal del cual ya se ha movido algún rociador en un ramal que excede el máximo espacio permitido.

Área de Cobertura Mínima: La cobertura mínima de protección permitida por rociador (As) es 64 Pies² (5.9 m²).

Distancia Máxima Entre Rociadores: La distancia máxima entre rociadores debe limitarse a no más de 12 pies (3.7 m), como se muestra en la Tabla 3.

- Se permiten desviaciones sobre el espaciado máximo entre rociadores, a fin de evitar obstáculos estructurales tales como cerchas y vigas, desplazando un rociador en su ramal 1 pié (0.3 m) como máximo, suponiendo que la cobertura no exceda los 110 pies cuadrados (10,2 m²) por rociador, siempre que se cumplan TODAS las siguientes condiciones:
 - La superficie media cubierta por el rociador desplazado, más la de los rociadores adyacentes no debe superar los 100 pies cuadrados (9.3 m²).
 - La distancia entre rociadores no excede los 12 pies (3.7 m)
 - Está permitido mover un ramal donde se hayan desplazado rociadores en un ramal que excede el espaciado máximo permitido entre rociadores.
- Cuando el ramal esté situado paralelo a cerchas y vigas, se permiten desviaciones sobre el espaciado máximo entre rociadores para eliminar estas obstrucciones desplazando un único ramal 1 pié (0.3 m) como máximo de su espaciado permitido, suponiendo que la cobertura en el ramal que movemos y los rociadores del ramal del cual nos alejamos, no exceda los 110 pies cuadrados (10,2 m²) por rociador, y siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:
 - La cobertura media real de los rociadores situados en el ramal desplazado, más la cobertura de los ramales adyacentes, no exceda los 110 pies cuadrados (10.2 m²) por rociador.
 - La distancia entre rociadores no excede los 12 pies (3.7 m)
 - NO está permitido desplazar un ramal del cual ya se ha movido algún rociador en un ramal que excede el máximo espacio permitido.

Distancia Mínima Entre Rociadores: 8 pies (2.4 m) sobre los centros.

Distancia Mínima a las Paredes: Al menos 4" (102 mm) de las paredes.

Distancia Máxima a las Paredes: No sobrepasar la mitad de la distancia permitida entre rociadores, como se indica en la Tabla 3.
(continúa en la página 114p.)

| | | |
|---|-----------------------|---|
|  | DATOS TÉCNICOS | ROCIADOR DE RESPUESTA ESTÁNDAR, COLGANTE VK592 (K19.6) (MODO-CONTROL APLICACIÓN ESPECÍFICA) |
| | | |

TABLA 2: ÁREA DE PROTECCIÓN Y ESPACIADO MÁXIMO DE LOS ROCIADORES VK592

| Tipo de Construcción | Alturas de Techo/Cubierta hasta 40 pies (12,2 m) | | | |
|-------------------------------|--|--------------------|-----------|-------|
| | Área de Protección | | Espaciado | |
| No combustible, No obstruido | 100 ft ² | 9.3 m ² | 12 ft | 3.7 m |
| No combustible, Obstruido | 100 ft ² | 9.3 m ² | 12 ft | 3.7 m |
| Combustible, No obstruido | 100 ft ² | 9.3 m ² | 12 ft | 3.7 m |
| Combustible, Obstruido | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Almacenamiento en estanterías | 100 ft ² | 9.3 m ² | 12 ft | 3.7 m |

TABLA 3: CRITERIO DE DISEÑO - MERCANCIAS CLASES I-IV PALETIZADOS Y APILADOS EN ALTA UTILIZANDO EL ROCIADOR EN MODO CONTROL Y APLICACIÓN ESPECÍFICA (CMSA), COLGANTE VK592

| Configuración | Clase de Mercancías | Altura Máxima de Almacenamiento | | Máxima Altura de Techo/Cubierta | | Número de Rociadores | Mínima Presión de Trabajo | |
|------------------------|---------------------|---------------------------------|--------|---------------------------------|--------|----------------------|---------------------------|---------|
| | | ft | m | ft | m | | PSI | bar |
| Paletizados y Apilados | Clases I - IV | 25 ft | 7.6 m | 30 ft | 9.1 m | 15 | 16 PSI | 1.1 bar |
| | | 30 ft | 9.1 m | 35 ft | 10.7 m | 15 | 25 PSI | 1.7 bar |
| | | 35 ft | 10.7 m | 40 ft | 12.2 m | 15 | 30 PSI | 2.1 bar |

NOTA: La utilización de mangueras debe atenerse a la norma NFPA 13 para Rociadores en Modo Control y Aplicación Específica (CMSA).

TABLA 4: CRITERIO DE DISEÑO - PLÁSTICOS Y GOMAS PALETIZADOS Y APILADOS EN ALTA UTILIZANDO EL ROCIADOR EN MODO CONTROL Y APLICACIÓN ESPECÍFICA (CMSA), COLGANTE VK592

| Configuración | Clase de Mercancías | Altura Máxima de Almacenamiento | | Máxima Altura de Techo/Cubierta | | Número de Rociadores | Mínima Presión de Trabajo | |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|--------|---------------------------------|--------|----------------------|---------------------------|---------|
| | | ft | m | ft | m | | PSI | bar |
| Almacenamiento paletizado y en Altura (no apto para contenedores descubiertos ni estantes sólidos) | Plásticos no expandidos y embalados | 20 ft | 6.1 m | 25 ft | 7.6 m | 15 | 16 PSI | 1.1 bar |
| | | 20 ft | 6.1 m | 30 ft | 9.1 m | 15 | 16 PSI | 1.1 bar |
| | | 20 ft | 6.1 m | 35 ft | 10.7 m | 15 | 25 PSI | 1.7 bar |
| | | 20 ft | 6.1 m | 40 ft | 12.2 m | 15 | 30 PSI | 2.1 bar |
| | | 25 ft | 7.6 m | 30 ft | 9.1 m | 15 | 16 PSI | 1.1 bar |
| | | 25 ft | 7.6 m | 35 ft | 10.7 m | 15 | 25 PSI | 1.7 bar |
| | | 25 ft | 7.6 m | 40 ft | 12.2 m | 15 | 30 PSI | 2.1 bar |
| | | 30 ft | 9.1 m | 35 ft | 10.7 m | 15 | 25 PSI | 1.7 bar |
| | | 30 ft | 9.1 m | 40 ft | 12.2 m | 15 | 30 PSI | 2.1 bar |
| 35 ft | 10.7 m | 40 ft | 12.2 m | 15 | 30 PSI | 2.1 bar | | |

NOTA: La utilización de mangueras debe atenerse a la norma NFPA 13 para Rociadores en Modo Control y Aplicación Específica (CMSA).

TABLA 5 : CRITERIOS DE DISEÑO - ALMACENAMIENTO EN ESTANTERÍAS DE UNO - DOS - Ó VARIOS ESTANTES (SIN ESTANTES SÓLIDOS), PARA MERCANCIAS CLASE I-IV APILADAS HASTA 25 PIES (7.6 m) INCLUSIVE DE ALTA UTILIZANDO EL ROCIADOR EN MODO CONTROL Y APLICACIÓN ESPECÍFICA (CMSA), COLGANTE VK592

| Configuración | Clase de Mercancías | Altura Máxima de Almacenamiento | | Máxima Altura de Techo/Cubierta | | Número de Rociadores | Mínima Presión de Trabajo | |
|---|--|---------------------------------|-------|---------------------------------|--------|----------------------|---------------------------|---------|
| | | ft | m | ft | m | | PSI | bar |
| Estantería de Un Estante, Doble Estante, y Varios Estantes (no válido para contenedores descubiertos) | Clases I-IV Encapsuladas o No Encapsuladas | 20 ft | 6.1 m | 25 ft | 7.6 m | 15 | 16 PSI | 1.1 bar |
| | | 20 ft | 6.1 m | 30 ft | 9.1 m | 15 | 16 PSI | 1.1 bar |
| | | 20 ft | 6.1 m | 35 ft | 10.7 m | 15 | 25 PSI | 1.7 bar |
| | | 20 ft | 6.1 m | 40 ft | 12.2 m | 15 | 30 PSI | 2.1 bar |
| | | 25 ft | 7.6 m | 30 ft | 9.1 m | 15 | 16 PSI | 1.1 bar |
| | | 25 ft | 7.6 m | 35 ft | 10.7 m | 15 | 25 PSI | 1.7 bar |
| | | 25 ft | 7.6 m | 40 ft | 12.2 m | 15 | 30 PSI | 2.1 bar |

NOTA: La utilización de mangueras debe atenerse a la norma NFPA 13 para Rociadores en Modo Control y Aplicación Específica (CMSA).

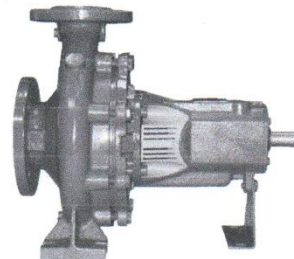
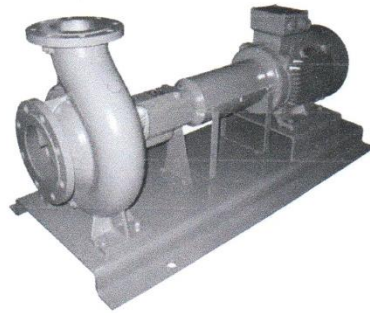


www.ebara.es

ENR

ELECTROBOMBA CENTRIFUGA NORMALIZADA según EN 733

Electrobomba centrífuga normalizada de un escalón y de una entrada. Cuerpo en espiral con patas de apoyo fundidas conjuntamente con el cuerpo y soporte cojinete con pata de apoyo (forma construcción de proceso). Boca de aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba. Rodete radial cerrado y dispuesto en voladizo. Compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el impulsor. Anillos rozantes recambiables. Soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida. Estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24960 (opcional empaquetadura). Adecuada para abastecimiento de agua a municipios e industrias, riego, desagües y drenajes, calefacción y climatización, agua caliente y de refrigeración, agua potable y de mar, equipos contra incendios, etc.



IE2

DATOS TÉCNICOS

| | |
|----------------------|------------------------------|
| Gama: | Tamaño nominal de bocas. DN: |
| Fluidos: | Velocidad máxima: |
| | Características: |
| | Temperatura máxima: |
| | Máxima presión de trabajo: |
| Materiales estándar: | Cuerpo de impulsión: |
| | Impulsor: |
| | Eje: |
| Rodamientos: | Tipo / engrase: |
| Accionamiento: | Motor: |

Estándar

| |
|---|
| 32 - 350 |
| 3.600 r.p.m. |
| Líquidos limpios |
| 120°C |
| 16 bar |
| Fundición GG25 |
| Fundición GG25 / Bronce G-CuSn10 |
| AISI 420 |
| Rodamiento de bolas engrasados de por vida. |
| Eléctrico, explosión, turbina de vapor. |

CONSTRUCCIÓN ESTÁNDAR

| | |
|-------------------------|---|
| • DN aspiración: | 50 a 350 |
| • Velocidad máx.: | 3.600 r.p.m. |
| • Líquidos: | Líquidos claros |
| • Temperatura máx.: | 120°C |
| • Presión máx.: | 16 bar |
| • Cuerpo de bomba: | GG25 |
| • Impulsor: | GG25 |
| • Eje: | AISI 420 |
| • Soporte de cojinetes: | Rodamiento de bolas engrasados de por vida. |
| • Estanqueidad: | Cierre mecánico (SiC/Carbón/EPDM) |

MOTORES

- Motor trifásico eficiencia IE2 a partir de 0,75 kW.
- Según necesidades

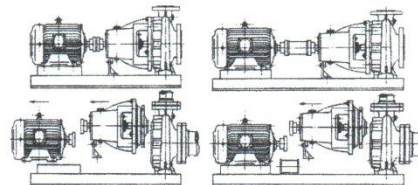
OPCIONES

Otras ejecuciones, ver catálogo individual.

MONTAJE

Sin espaciador

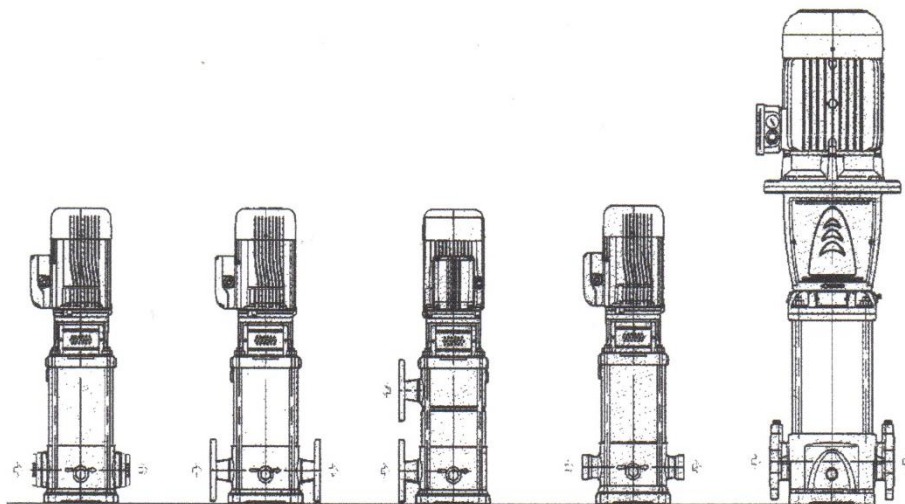
Con espaciador



Goulds Pumps

Commercial Water

General Characteristics – 2-pole



SERIES SVT
1SV, 3SV, 5SV,
10SV, 15SV, 22SV

SERIES SVF, SVN
1SV, 3SV, 5SV,
10SV, 15SV, 22SV

SERIES SVR
1SV, 3SV, 5SV,
10SV, 15SV, 22SV

SERIES SVP
VICTAULIC
1SV, 3SV, 5SV,
10SV, 15SV, 22SV

SERIES SVG, SVN
33SV, 46SV, 66SV,
92SV, 125SV

| e-SV Product Range | 1SV | 3SV | 5SV | 10SV | 15SV | 22SV | 33SV | 46SV | 66SV | 92SV | 125SV |
|--|--|-------------|-------------|----------|---------|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nominal Flow (GPM) | 9 | 15 | 30 | 50 | 80 | 110 | 150 | 220 | 350 | 450 | 600 |
| Flow Range(GPM) | 2-12 | 3-22 | 7-45 | 9-75 | 18-125 | 21-150 | 30-195 | 45-285 | 70-420 | 90-580 | 120-700 |
| Max. Head (Ft) | 860 | 1085 | 975 | 1150 | 1060 | 880 | 1125 | 1210 | 850 | 715 | 570 |
| Max. Working Pressure (PSIG) | 580 | | | | | 360/580 | | | | | |
| Temperature Range (°F) | Standard -20 F - 250 F (-30° C - 121° C) | | | | | | | | | | |
| High Temp Option | up to 300°F (150° C) | | | | | | | | | | |
| Motor Power (HP) | 1/2 - 5 HP | 1/2 - 7 1/2 | 3/4 - 10 | 3/4 - 20 | 2 - 25 | 3 - 30 | 3 - 60 | 7 1/2 - 75 | 10 - 75 | 15 - 75 | 20 - 75 |
| Max Pump Efficiency | 51% | 60% | 70% | 70% | 70% | 71% | 76% | 78% | 78% | 80% | 79% |
| Materials of Construction | | | | | | | | | | | |
| SVT | 304 SS | | | | | - | | | | | |
| SVF | 304 SS | | | | | - | | | | | |
| SVN | 316L SS | | | | | Cast Stainless Steel / 316L SS | | | | | |
| SVR | 304 SS | | | | | - | | | | | |
| SVP | 316L SS | | | | | - | | | | | |
| SVC | 316L SS | | | | | - | | | | | |
| SVG | ASTM Class 35/40B Cast Iron / 304 SS | | | | | | | | | | |
| Connection Sizes | | | | | | | | | | | |
| SVT - Oval NPT | 1 1/4" | 1 1/2" | 1 3/4" | 2" | 2" | 2" | - | | | | |
| SVF - Round ANSI Size/Class | 1 1/4" 300# | 1 1/2" 300# | 1 3/4" 300# | 2" 300# | 2" 300# | 2" 300# | - | | | | |
| SVN - Round ANSI Size/Class | 1 1/4" 300# | 1 1/2" 300# | 1 3/4" 300# | 2" 300# | 2" 300# | 2" 300# | 2 1/2" 150/300# | 3" 150/300# | 4" 150/300# | 4" 150/300# | 5" 150/300# |
| SVR - Top/Bottom Round ANSI Size/Class | 1 1/4" 300# | 1 1/2" 300# | 1 3/4" 300# | 2" 300# | 2" 300# | 2" 300# | - | | | | |
| SVP - Victaulic | 1 1/2" | 1 1/2" | 1 1/2" | 2" | 2" | 2" | - | | | | |
| SVC - Clamp | 1 1/2" | 1 1/2" | 1 1/2" | 2" | 2" | 2" | - | | | | |
| SVG - Cast Iron Size/Class | 1 1/4" 250# | 1 1/2" 250# | 1 3/4" 250# | 2" 250# | 2" 250# | 2" 250# | 2 1/2" 125/250# | 3" 125/250# | 4" 125/250# | 4" 125/250# | 5" 125/250# |

**ANEXO INFORME DE
VISITA TÉCNICA A
TEATRO “CENTRO CÍVICO
ELOY ALFARO”**

SOLICITUD DIRIGIDA A LA DIRECTIVA DEL TEATRO “CENTRO CÍVICO ELOY ALFARO”.



La Libertad, 29 de Enero del 2019

DIRIGIDA.
DIRECTIVA DEL TEATRO CENTRO CÍVICO “ELOY ALFARO”

Nosotros, **CARLOS GEOVANNY BORBOR QUIRUMBAY** con C.I. **2400074601** y **RÓMULO MANUELY BANCHÓN PALMA** con C.I. **0915458426** egresados de la **UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, CARRERA de INGENIERÍA CIVIL**, nos presentamos ante su despacho con la finalidad de saludarlo cordialmente y a su vez exponer lo siguiente:

Que se nos deje realizar una visita a sus instalaciones de sistema contra incendio y que a su vez el encargado de esta área nos dé un breve recorrido por las áreas con la finalidad de adquirir conocimientos y posteriormente poder realizar nuestro trabajo de titulación, referente al mismo tema. Por el presente remito que se hará un buen uso de la información facilitada.

Por la atención brindada a la presente, quedamos muy agradecidos.

Carlos Borbor Quirumbay.
C.I. 2400074601
e-mail: borborc94@yahoo.com
Telef.:0960629098

Rómulo Banchón Palma.
C.I. 0915458426
e-mail: manuely11@hotmail.com
#Telf.: 0993598419

FOTOS DE LA VISITA TÉCNICA.

- ✓ Cuenta con dos puertas usada como entrada y salida de 1.50 cada una.



- ✓ Los rociadores se encuentran solo en zonas de alto riesgo y a una separación de 3m.



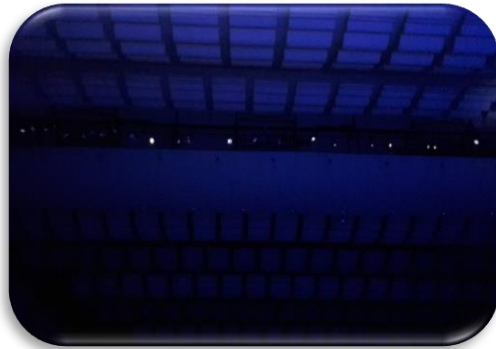
- ✓ Los gabinetes se encuentran cerca de las escaleras y en direcciones opuestas a una distancia de unos 10m.



- ✓ Las tuberías empleadas son de color rojo y son de acero.



- ✓ La altura máxima del escenario es de 9m.



- ✓ Cuenta con señaléticas que indican las rutas evacuación.



- ✓ Los baños no cuentan con rociadores.



- ✓ La alarma se acciona de manera manual.



- ✓ En los sitios que no poseen rociadores, como los pasillos, están ubicados extintores.

